

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CLEYTON DOS SANTOS DE OLIVEIRA

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA NO DESEMPENHO,
RESPOSTAS PERCEPTIVAS E FISIOLÓGICAS EM DOIS PROTOCOLOS DE
TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE

CURITIBA

2019

CLEYTON DOS SANTOS DE OLIVEIRA

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA NO DESEMPENHO,
RESPOSTAS PERCEPTIVAS E FISIOLÓGICAS EM DOIS PROTOCOLOS DE
TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação Física, Área de Concentração em Desempenho Esportivo, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Dulce Maria Bieniara – CRB/9-931)

Oliveira, Cleyton dos Santos de

Efeito da suplementação aguda de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas em dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade. / Cleyton dos Santos de Oliveira. – Curitiba, 2019.

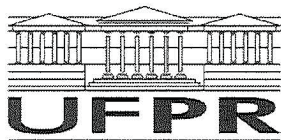
83 p.: il.

Orientador: Tácito Pessoa de Souza Junior

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Cafeína 2. Desempenho 3. Treinamento intervalado de alta intensidade 4. Sprint I. Título II. Souza Junior, Tácito Pessoa de III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20. ed.) 796
613.71



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -
40001016047P0

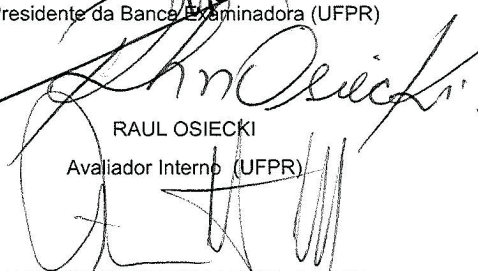
TERMO DE APROVAÇÃO

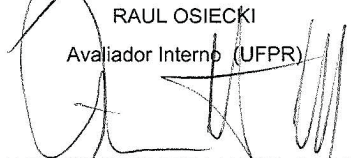
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **CLEYTON DOS SANTOS DE OLIVEIRA** intitulada: **Efeito da suplementação aguda de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas em dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 20 de Fevereiro de 2019.


TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


RAUL OSIECKI
Avaliador Interno (UFPR)


ANTÔNIO HERBERT LANCHÁ JUNIOR
Avaliador Externo (USP)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha mãe Tereza Boaventura dos Santos, meu pai Voltair Martins de Oliveira, minha esposa Jaqueline Stefanie Milsted Igreja e meu filho Eric Igreja de Oliveira, pelo apoio incondicional a cada etapa do desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTO

À vida.

Aos meus pais Voltair e Tereza, pela oportunidade da vida, dos estudos e acima de tudo ao que me ensinaram sobre os meus valores éticos e morais.

À minha esposa Jaqueline, por sempre acreditar, apoiar e auxiliar durante todo o processo de construção do trabalho com muita paciência e persistência.

Ao professor Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior, pela orientação, confiança e ensinamentos que contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

Ao meu amigo e colega André de Camargo Smolarek por todo o apoio, amizade, conselhos e principalmente em acreditar desde o início na realização deste trabalho.

A minha amiga e companheira nesta jornada de pós-graduação Bruna Amorim Zandoná, pelo incentivo, auxílio e ensino durante o processo.

Aos meus amigos e colegas *darkside science* Alysson Enes, Renan Ramos e Samuel Perin, por todo apoio, amizade, conversas e risadas, vocês foram extremamente importantes para o trabalho.

Ao meu amigo e colega da iniciação científica Daniel Maria, pela ajuda, risadas e disposição na coleta de dados.

Aos meus amigos e colegas do grupo de pesquisa Luis, Vinicius, Ragami, Luana e Neiry, pelo companheirismo e colaboração durante todo o processo de mestrado, principalmente na contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas Bernardo Bernardi e Alexandre Okuyama, vocês foram importantíssimos para a minha formação e aprendizagem para “encarar” a pós-graduação.

A todos os voluntários deste trabalho, sem vocês não seria possível avançar com o conhecimento científico na linha de desempenho esportivo.

A professora Keith Sato Urbinati por abrir as portas do seu laboratório para a realização deste trabalho.

Ao secretário da Programa de Pós-Graduação Rodrigo Waki, por fortalecer o departamento e ser sempre muito solícito.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*“O conformismo é carcereiro da liberdade
e o inimigo do crescimento.”*

John F. Kennedy

RESUMO

Objetivo: Investigar os efeitos da suplementação aguda de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas nos protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e treinamento de sprint intervalado (SIT) em homens universitários fisicamente ativos. **Métodos:** quinze homens universitários fisicamente ativos (idade: $22,7 \pm 4,0$ anos; estatura: $177,4 \pm 6,5$ cm; massa corporal: $73,5 \pm 4,1$ kg), foram suplementados com cafeína em ordem randomizada, contrabalanceada, duplo-cego e do tipo *crossover* em dois protocolos de exercício intervalado em cicloergômetro (SIT: 4 x 30-segundos sprints máximos; e HIIT: 10 x 60-segundos a 90-95% FC_{pico}). Os participantes realizaram em três tratamentos separados por sete dias, a ingestão de 6 mg/kg de cafeína (CAF), placebo (PLA) e controle (CON) uma hora antes de iniciar o exercício, os dados de desempenho (Potência pico, Potência média, Potência mínima e Índice de Fadiga) foram analisados pela média das séries de cada sessão. As respostas perceptivas foram mensuradas por meio da percepção subjetiva do esforço (PSE; escala OMNI-Cycle), percepção subjetiva da dor (PSD; *Pain Intensity Scale*) e percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE-Sessão; escala CR10 modificada), apresentando-se a média dos protocolos avaliada ao final das séries. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada continuamente, sendo apresentado a média dos dados ao encerrar a série em cada protocolo. A pressão arterial (PAS e PAD) e o lactato foram avaliados antes da suplementação e logo após finalizar o exercício. Os dados foram analisados utilizando ANOVA de medidas repetidas. **Resultados:** A PSE, PSD e PSE-Sessão reduziram significativamente comparando os tratamentos CAF e CON todos para o protocolo de HIIT. A FC durante a sessão foi expressivamente maior no tratamento CAF comparado ao PLA para o protocolo de SIT. A CAF não aumentou o desempenho (Potência pico, Potência média, Potência mínima e Índice de Fadiga), bem como não alterou as respostas fisiológicas (PAS, PAD e lactato) para os dois protocolos. **Conclusão:** CAF atenuou as respostas perceptivas (PSE, PSD e PSE-Sessão) no protocolo de HIIT, bem como aumentou a FC durante o protocolo de SIT. Apesar disso, não houve melhoras no desempenho (Potência Pico, Potência Média, Potência Mínima e Índice de Fadiga), bem como não se observou alterações na PAS, PAD e lactato.

Palavras-chave: Cafeína, Desempenho, Percepção Subjetiva do Esforço, Treinamento Intervalado de Alta Intensidade, HIIT, SIT.

ABSTRACT

Purpose: Investigate the effects of acute caffeine supplementation on performance, perceptual and physiological responses in high intensity interval training (HIIT) and sprint interval training (SIT) protocols in physically active university students males. **Methods:** Fifteen physically active university males (age: 22.7 ± 4.0 years; height: 177.4 ± 6.5 cm; body mass: 73.5 ± 4.1 kg) were supplemented with caffeine in randomized, double-blind, counterbalanced order with crossover manner in two cycling protocols (SIT: 4 x 30-second all-out sprints, and HIIT: 10 x 60-seconds to 90-95% FC_{peak}). Participants performed three treatments separated by seven days, consumed 6 mg/kg of caffeine (CAF), placebo (PLA), or control (CON) one hour before starting the exercise. Performance datas (peak power, mean power, minimum power and fatigue index) were analyzed by the mean of the series of each session. Perceptual responses were measured through the ratings of perceived exertion (RPE, OMNI-Cycle Scale), pain intensity scale (PIS), and session ratings of perceived exertion (Session-RPE, modified CR10 scale) presented by the mean of the protocols evaluated at the end of the series. Heart rate (HR) was monitored continuously, but the mean of the data at the end of the series in each protocol was presented. Blood pressure (SBP and DBP) and lactate were evaluated before supplementation and after finishing the exercise. Data were analyzed using repeated measures ANOVA. **Results:** RPE, PIS and Session-RPE were significantly reduced comparing the CAF and CON treatments for the HIIT protocol. HR during the session was significantly higher in the CAF treatment compared to the PLA for the SIT protocol. CAF did not increase performance (Peak Power, Mean Power, Minimum Power, and Fatigue Index), as well as did not changing the physiological responses (SBP, DBP, and lactate) for the two protocols. **Conclusion:** CAF attenuated perceptual responses (RPE, PIS and Session-RPE) in the HIIT protocol, as well as increased HR during the SIT protocol. Nevertheless, there were no performance gains (Peak Power, Average Power, Minimum Power, and Fatigue Index), as well as no changes in SBP, DBP, and lactate.

Keywords: Caffeine. Performance. Ratings of Perceived Exertion. High-Intensity Interval Training. HIIT. SIT.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – COMPOSTOS FORMADOS APÓS A METABOLIZAÇÃO DA CAFEÍNA	22
FIGURA 2 – PRINCIPAIS MECANISMOS PROPOSTOS PARA OS EFEITOS ERGOGÊNICOS DA CAFEÍNA DURANTE O EXERCÍCIO DE ALTA INTENSIDADE DE CURTA DURAÇÃO	24
FIGURA 3 – ESTRUTURA MOLECULAR DA CAFEÍNA E ADENOSINA.....	25
FIGURA 4 – DESENHO EXPERIMENTAL GERAL	34
FIGURA 5 – DESENHO EXPERIMENTAL ESPECÍFICO	35

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – NÍVEIS DE POTÊNCIA PICO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.	43
GRÁFICO 2 – NÍVEIS DE POTÊNCIA MÉDIA ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.	44
GRÁFICO 3 – NÍVEIS DE POTÊNCIA MÍNIMA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.	45
GRÁFICO 4 – NÍVEIS DE ÍNDICE DE FADIGA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.	46
GRÁFICO 5 – NÍVEIS DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DURANTE A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT	47
GRÁFICO 6 – NÍVEIS DE PERCEPÇÃO DE DOR DURANTE A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT	48
GRÁFICO 7 – NÍVEIS DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DA SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT	49
GRÁFICO 8 – NÍVEIS DE PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DE REPOUSO E APÓS A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS E PROTOCOLOS DE SIT E HIIT	51
GRÁFICO 9 – NÍVEIS DE PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA DE REPOUSO E APÓS A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS E PROTOCOLOS DE SIT E HIIT	52
GRÁFICO 10 – NÍVEIS DE LACTATO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – REVISÃO DOS ESTUDOS COM SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA E DESEMPENHO.....	27
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES.....	42
TABELA 3 – ESTIMATIVA DA INGESTÃO CALÓRICA CONSUMIDA 24 HORAS ANTECEDENTES AOS TRATAMENTOS E PROTOCOLOS (MÉDIA ± DP).....	42
TABELA 4 – COMPORTAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS DURANTE OS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT	50

LISTA DE SIGLAS

AMPc	– adenosina monofosfato cíclico
ANOVA	– análise de variância
ATPase	– adenosinatrifosfatase
bpm	– batimentos por minuto
Ca ⁺⁺	– cálcio
CAF	– cafeína
CON	– controle
CYP1A2	– citocromo P450 1A2
EST	– estatura
FC	– frequência cardíaca
FC _{máx}	– frequência cardíaca pico
FC _{pico}	– frequência cardíaca máxima
HIIT	– high-intensity interval training
IF	– índice de fadiga
IMC	– índice de massa corporal
MC	– massa corporal
P	– potência
PA	– pressão arterial
PAD	– pressão arterial diastólica
PAR-Q	– physical activity readiness questionnaire
PAS	– pressão arterial sistólica
PLA	– placebo
P _{média}	– potência média
P _{mínima}	– potência mínima
P _{pico}	– potência pico
PSD	– percepção subjetiva de dor
PSE	– percepção subjetiva do esforço
PSE-Sessão	– percepção subjetiva do esforço da sessão
R24h	– recordatório de 24 horas
SIT	– sprint interval training
SNC	– sistema nervoso central
TCLE	– termo de consentimento livre e esclarecido

V1	– visita um
V2	– visita dois
V3	– visita três
V4	– visita quatro
V5	– visita cinco
V6	– visita seis
V7	– visita sete
V8	– visita oito
V9	– visita nove
$\text{VO}_{2\text{máx}}$	– capacidade máxima de consumo de oxigênio
W	– watts

LISTA DE ABREVIATURAS

%	– percentual
μL	– microlitro
μM	– micromolar
cm	– centímetro
DP	– desvio padrão
gr	– gramas
H0	– hipótese nula
H1	– hipótese alternativa
kcal	– quilocaloria
mg/dia	– miligrama por dia
mg/kg	– miligrama por quilograma
ml	– mililitro
mmHg	– milímetros de mercúrio
mmol/L	– milimol por litro
rpm	– rotações por minuto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS.....	18
1.1.1	Objetivo Geral.....	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
1.2	HIPOTÉSES	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1	SUPLEMENTAÇÃO COM CAFEÍNA.....	21
2.1.1	Metabolismo da Cafeína.....	21
2.1.2	Principais Mecanismos de Ação da Cafeína.....	23
2.2	CAFEÍNA E DESEMPENHO	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	31
3.2	PLANEJAMENTO AMOSTRAL	31
3.2.1	População e Amostra	31
3.2.2	Cálculo Amostral.....	32
3.2.3	Crítérios de Inclusão e Exclusão.....	32
3.3	PLANEJAMENTO DA COLETA DE DADOS	32
3.3.1	Desenho Experimental.....	32
3.4	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	36
3.4.1	Protocolo de Suplementação com Cafeína.....	36
3.4.2	Avaliação Antropométrica e Composição Corporal	36
3.4.3	Controle do Consumo Alimentar	37
3.4.4	Teste Incremental Máximo.....	37
3.4.5	Protocolos de Treinamento Intervalado de Alta Intensidade.....	38
3.4.6	Medidas de Parâmetros Fisiológicos	39
3.4.7	Percepção Subjetiva do Esforço (PSE)	39
3.4.8	Percepção Subjetiva do Esforço da Sessão (PSE-Sessão)	40
3.4.9	Percepção Subjetiva de Dor (PSD)	40
3.5	TRATAMENTO DOS DADOS E ESTATÍSTICA	40
4	RESULTADOS	42
5	DISCUSSÃO	54
6	CONCLUSÃO.....	58

REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ..	69
APÊNDICE 2 – PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E USO DE SUPLEMENTOS E MEDICAMENTOS	71
APÊNDICE 3 – FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE ALIMENTOS, BEBIDAS, SUPLEMENTOS E MEDICAMENTOS COM CAFEÍNA.....	72
APÊNDICE 4 – LISTA DE PRODUTOS/ALIMENTOS/MEDICAMENTOS	73
APÊNDICE 5 – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO.....	74
ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	75
ANEXO 2 – CÁLCULO AMOSTRAL	76
ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA	77
ANEXO 4 – RECORDATÓRIO DE 24 HORAS (R24H)	78
ANEXO 5 – LAUDO DE PUREZA DA CAFEÍNA ANIDRA.....	80
ANEXO 6 – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO PARA CICLOERGÔMETRO OMNI-CYCLE.....	81
ANEXO 7 – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO ADAPTADA CR10	82
ANEXO 8 – ESCALA DE INTENSIDADE DA DOR	83

1 INTRODUÇÃO

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é um alcaloide do grupo das xantinas, sendo uma das substâncias mais consumidas no mundo esportivo, assim como pela população em geral (NEHLIG, 2018; SOUZA-JUNIOR et al., 2012; TARNOPOLSKY, 1994). O consumo está habitualmente presente em alimentos e bebidas como café, chocolate, chá, energéticos e refrigerantes, e em alguns medicamentos (antigripais). No meio esportivo a cafeína é frequentemente administrada na forma de cápsulas anidras, bebidas esportivas, géis esportivos, energéticos e gomas de mascar (DAVIS; GREEN, 2009; GRAHAM, 2001). Sabe-se que mais de 90% da população adulta dos Estados Unidos, bem como 81% da brasileira, realizam a ingestão de alimentos ou bebidas com cafeína em seu conteúdo (ASTORINO; ROBERSON, 2010; CAMARGO; TOLEDO; FARAH, 1999; FRARY; JOHNSON; WANG, 2005; NEHLIG, 2018).

Considerando a facilidade da qual a cafeína é encontrada na prática alimentar da população, assim como as melhorias proporcionadas ao desempenho, esta substância é área de interesse de diversos pesquisadores da saúde nos últimos tempos, possuindo suas primeiras evidências em humanos registradas em meados de 1907 (ASTORINO; ROBERSON, 2010; GRAHAM, 2001; RIVERS; WEBBER, 1907). Desde então, a cafeína tem seus mecanismos investigados pela comunidade acadêmica, com notória aplicação no desempenho esportivo, principalmente no treinamento de *endurance* (GRAHAM, 2001; SOUZA-JUNIOR et al., 2012; TARNOPOLSKY, 1994). No exercício aeróbio, os níveis de evidências estão cada vez mais consistentes e direcionados em apontar a eficiência da suplementação de cafeína. No entanto, ao observarmos os prováveis efeitos da suplementação nos exercícios intervalados, o corpo de evidência científica não possui total compreensão dos mecanismos envolvidos (ASTORINO; ROBERSON, 2010; DAVIS; GREEN, 2009; TARNOPOLSKY, 1994).

As contradições dos efeitos da cafeína no desempenho dos exercícios intervalados são apontadas pela literatura como provenientes de populações distintas de participantes empregadas pelos estudos, mostrando significativa diferença entre treinados e destreinados (COLLOMP et al., 1992), assim como, a forma e as diferentes doses que são administradas nos estudos (MCLELLAN; BELL, 2004; RICHARDSON; CLARKE, 2016). Além disso, existe uma grande diversidade nos protocolos aplicados no exercício intervalado, pois além de serem caracterizados por esforços de curta

duração, intercalados com períodos de recuperação ativa ou passiva, permite a manipulação de diferentes intensidades, volumes e tempo de recuperação na prescrição deste exercício (CAPUTO; AGUIAR; TURNES, 2012; SOUZA-JUNIOR et al., 2012), recebendo categorizações como o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), esforços submáximos ou máximos que variam de 85 a 95% da frequência cardíaca e o sprint interval training (SIT), esforços supramáximos com cadências realizadas ao máximo (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; MACINNIS; GIBALA, 2017; TSCHAKERT; HOFMANN, 2013), dificultando assim interpretações mais aprofundadas dos reais efeitos da suplementação.

Portanto, estudos que analisam o efeito da suplementação de cafeína no desempenho de protocolos utilizando o exercício intervalado, com diferentes razões de esforço/pausa e com a mesma duração total, são necessários para responder parte dos questionamentos da literatura, bem como para agregar ao conhecimento prático aos profissionais da saúde, acrescentando informações concretas relacionadas à sua aplicabilidade nos diferentes protocolos e quais situações possivelmente seriam propícios para utilização da cafeína como recurso ergogênico.

Perante estes apontamentos, o seguinte objetivo do estudo consistiu em responder: “Quais os efeitos da suplementação aguda de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas em dois protocolos treinamento intervalado de alta intensidade em universitários fisicamente ativos? ”.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar os efeitos da suplementação aguda de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas em dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade em universitários fisicamente ativos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Comparar os indicadores de potência pico, potência média, potência mínima e índice de fadiga em dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade em universitários fisicamente ativos suplementados com cafeína;

Verificar os efeitos da suplementação de cafeína na percepção subjetiva do esforço (PSE), percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE-Sessão) e percepção subjetiva de dor (PSD) em dois protocolos de treinamento em universitários fisicamente ativos;

Investigar os efeitos da suplementação de cafeína nas respostas da frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e lactato em dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade em universitários fisicamente ativos.

1.2 HIPOTÉSES

H0 – Não haverá efeito da suplementação de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas nos dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade em universitários fisicamente ativos.

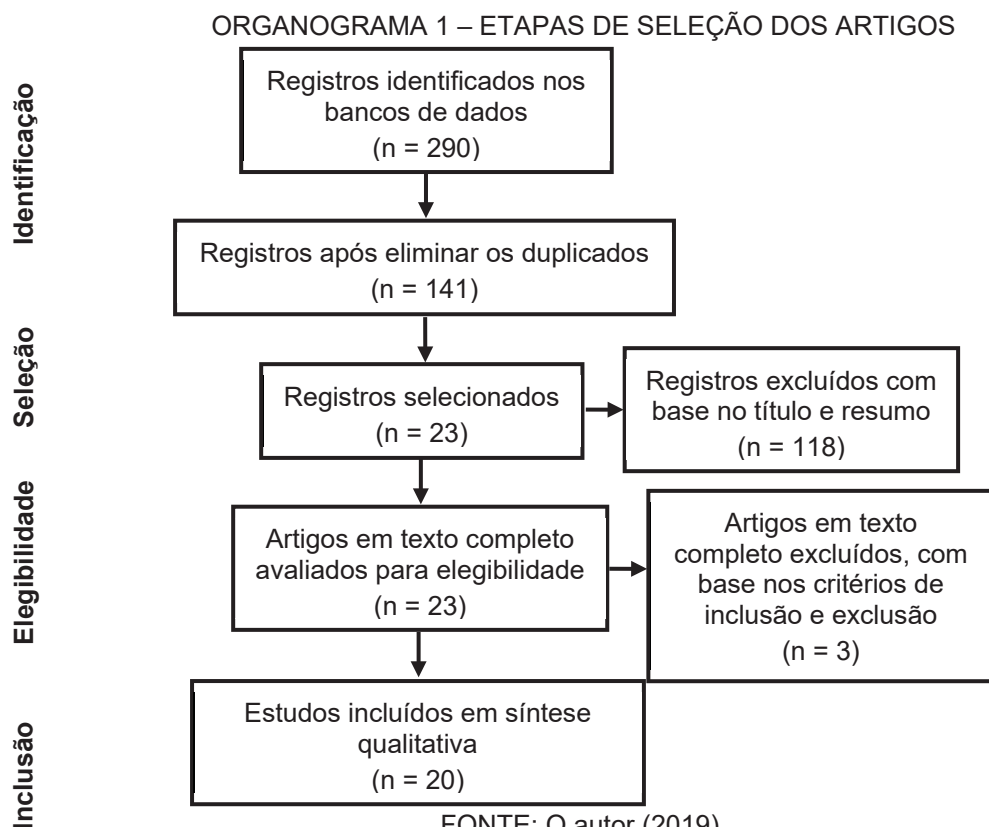
H1 – Haverá efeito da suplementação de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas nos dois protocolos do treinamento intervalado de alta intensidade em universitários fisicamente ativos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Visando maior aprofundamento no tema os tópicos iniciais terão uma abordagem geral sobre a suplementação de cafeína, demonstrando seu metabolismo e principais mecanismos de ação. Por fim no último tópico, haverá apresentação dos dados da revisão sistemática sobre os efeitos da cafeína no desempenho do HIIT, na qual foi realizada nas bases de dados Pubmed, Bireme, PsycINFO, Scopus, SPORTDiscus e Web of Science.

Como estratégia buscou-se os respectivos MeSH Terms e Text Terms como palavras chaves: (“High-Intensity Interval Training” OR “High-Intensity Intermittent Exercise” OR “Sprint Interval Training” OR “Repeated Sprint Training” OR “High-Intensity” OR “High-Intensity Training” OR “Interval Training” OR “Intermittent Exercise” OR “Repeated Sprint” OR “High-Intensity Intermittent” OR “High-Intensity Interval” OR “Anaerobic Exercise” OR HIIT) AND (“Performance”) AND (“Caffeine” OR “1,3,7-Trimethylxanthine”) AND (Adult* OR Young Adult*).

As buscas foram atualizadas no dia 21 de dezembro de 2018, obedecendo as etapas de seleção dos artigos conforme apresentado no ORGANOGRAMA 1.



Os principais critérios para inclusão foram: (a) somente artigos originais; (b) faixa etária igual ou acima de 18 anos; (c) presença de grupo placebo/controle; (d) característica intermitente de alta intensidade, mensurando o efeito agudo e/ou crônico; (e) desempenho como desfecho principal; (f) artigos na língua inglesa ou portuguesa. Exclusão foram: (a) relato de caso; (b) populações especiais (Ex. diabetes, problemas ortopédicos, hipertensão, etc.); (c) artigos não randomizados; (d) utilização de outra suplementação, energéticos ou alteração no consumo de carboidratos; (e) não investigou a cafeína como variável independente; (f) estudos em animais.

2.1 SUPLEMENTAÇÃO COM CAFEÍNA

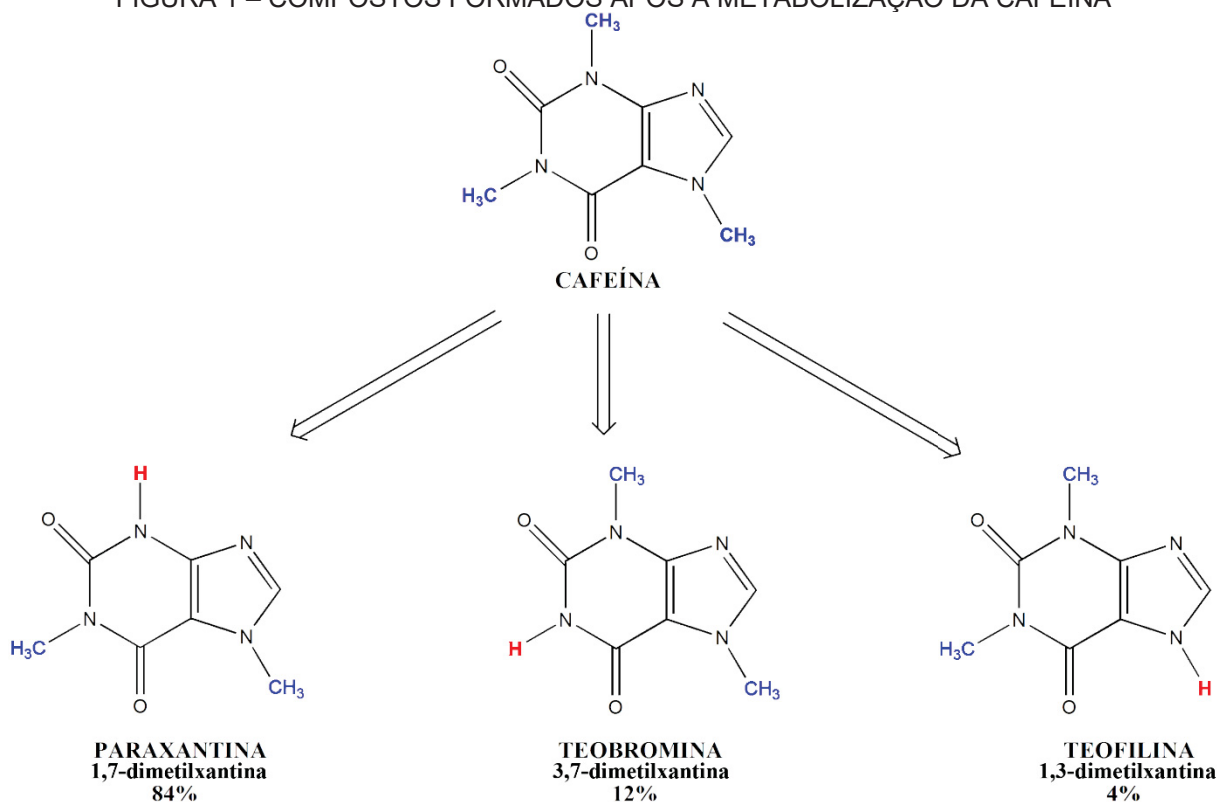
2.1.1 Metabolismo da Cafeína

A cafeína é uma substância alcaloide classificada como uma metilxantina (1,3,7-trimetilxantina). A ingestão de 99% deste composto quando efetuado de forma oral, possui uma rápida absorção de 15 a 60 minutos, com cerca de 20% efetuada pelo estômago e a maior parte pelo intestino delgado (ARNAUD, 2011; ASTORINO; ROBERSON, 2010; CAPUTO; AGUIAR; TURNES, 2012; GOLDSTEIN et al., 2010; GRAHAM, 2001; NEHLIG, 2018; TARNOPOLSKY, 1994), no entanto o pico nos níveis plasmáticos de cafeína são detectados após uma hora do seu consumo (GOLDSTEIN et al., 2010; GRAHAM; SPRIET, 1995). Por outro lado, alimentos e bebidas que possuem cafeína, apresentam maior tempo de absorção quando comparado com a ingestão da substância encapsulada (ARNAUD, 2011; MUMFORD et al., 1996; NEHLIG, 2018), isto ocorre devido a sua biodisponibilidade com outros componentes provenientes dos alimentos, por exemplo o chocolate, no qual contém lipídios que ocasionam o retardo no tempo de esvaziamento gástrico durante o processo de absorção (MUMFORD et al., 1996).

Após o processo de ingestão e absorção, a molécula de cafeína não encontra barreiras para transitar entre os tecidos e membranas biológicas, incluindo a barreira hematoencefálica, pois possui propriedade hidrofóbica (ARNAUD, 2011; FREDHOLM et al., 1999; KOT; DANIEL, 2008; NEHLIG, 2018). Portanto, a cafeína estará presente em diversos tecidos, não havendo acúmulo em nenhum órgão do corpo (NEHLIG, 2018). Por outro lado, o fígado é o principal tecido responsável pela metabolização da

cafeína, sendo o citocromo P450 1A2 (CYP1A2) [(E.C.: 1.14.14.1)] a enzima fundamental para que ocorra o processo de desmetilação, ou seja, procedimento que incide na remoção do grupo metila 1, 3, 7 da molécula de cafeína, possibilitando a formação de três compostos metilxantinas: paraxantina (1,7-dimetilxantina), teobromina (3,7-dimetilxantina) e teofilina (1,3-dimetilxantina) (GOLDSTEIN et al., 2010; GRAHAM, 2001; GRAHAM; SPRIET, 1995; SOUZA-JUNIOR et al., 2012). Dessas, a paraxantina é produzida em maior proporção em humanos (84%), seguida da teobromina (12%) e teofilina (4%) [(FIGURA 1)] (KALOW; TANG, 1993; LELO et al., 1986; NEHLIG, 2018).

FIGURA 1 – COMPOSTOS FORMADOS APÓS A METABOLIZAÇÃO DA CAFEÍNA



FONTE: Adaptado de NEHLIG (2018).

Além da enzima CYP1A2, outras enzimas como a N-acetiltransferase-2 (E.C.: 2.3.1.5) e a xantina oxidase (E.C.: 1.17.3.2), participam da degradação da cafeína e seus demais metabólitos (ARNAUD, 2011; NEHLIG, 2018). As principais ações causadas por estes metabólitos são: relaxamento do músculo liso, broncodilatador na asma e atuante nas vias inflamatórias (teofilina); vasodilatação, aumento da diurese e ação terapêutica na doença hepática alcoólica (teobromina); estimulação da lipólise e potente inibidor dos receptores de adenosina (paraxantina) (ASTORINO;

ROBERSON, 2010; NEHLIG, 2018). Assim como a paraxantina, a teofilina também pode exercer a função de antagonista dos principais receptores de adenosina (NEHLIG, 2018).

A meia vida da cafeína e seus metabólitos possuem de 4 a 6 horas, no entanto pode ser influenciado por outros fatores como: sexo, idade, gestação, métodos contraceptivos, doenças hepáticas e pessoas fumantes, podendo assim prolongar ou abreviar a metabolização, bem como a excreção da cafeína e seus metabólitos (GOLDSTEIN et al., 2010; KOT; DANIEL, 2008; NAWROT et al., 2003). A excreção da cafeína pela urina, possui cerca de 98% da substância reabsorvida pelos túbulos renais, sendo realmente excretado de 0,5% a 2% dos compostos não metabolizados na urina (NEHLIG, 2018; TANG-LIU; WILLIAMS; RIEGELMAN, 1983; TARNOPOLSKY, 1994). Por outro lado, nas fezes são excretados cerca de 2% a 7% das doses de cafeína em 48 horas (NEHLIG, 2018).

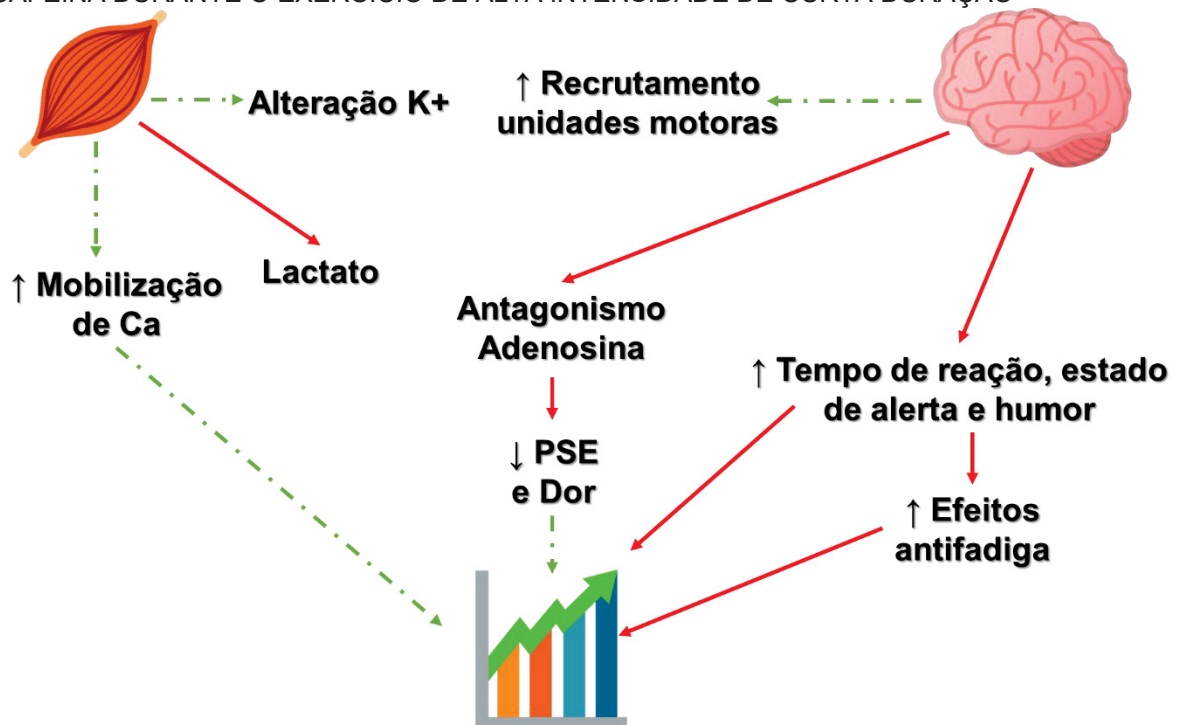
Existem vários fatores genéticos, bem como ambientais que podem afetar a atividade da enzima CYP1A2, os aspectos ambientais como: fumar, gestação, métodos contraceptivos, ciclo menstrual, medicamentos e consumo elevado da cafeína podem elevar significativamente a ação da enzima, maximizando assim a degradação da cafeína (NEHLIG, 2018). Por outro lado, os aspectos genéticos influenciam na variabilidade da atividade desta enzima, pois possuem esclarecimentos relacionados ao polimorfismo genético, pois 54% da população são portadores do alelo C (163A/C, 163C/C e CYP1A2*1F) e 46% são homozigotos para o alelo 163A/A, expressando variações lentas ou rápidas, respectivamente, na velocidade de metabolização da cafeína (CORNELIS et al., 2006; NEHLIG, 2018; SACHSE et al., 1999; YANG; PALMER; DE WIT, 2010).

2.1.2 Principais Mecanismos de Ação da Cafeína

A cafeína tem seus principais mecanismos propostos para os seus efeitos ergogênicos provenientes dos mecanismos centrais e periféricos, provocando diversas alterações bioquímicas e fisiológicas (FIGURA 2). As teorias envolvendo a atuação da cafeína no sistema nervoso central (SNC), abrangem principalmente a inibição dos receptores de adenosina no cérebro, pois devido a essa atuação influenciam a percepção subjetiva do esforço (PSE) e percepção subjetiva de dor (PSD), bem como estimulação do sistema nervoso simpático e aumento dos sinais

neurais entre cérebro e junção neuromuscular (ALTIMARI; MORAES; TIRAPEGUI, 2006; CAPUTO; AGUIAR; TURNES, 2012; DAVIS; GREEN, 2009).

FIGURA 2 – PRINCIPAIS MECANISMOS PROPOSTOS PARA OS EFEITOS ERGOGÊNICOS DA CAFEÍNA DURANTE O EXERCÍCIO DE ALTA INTENSIDADE DE CURTA DURAÇÃO

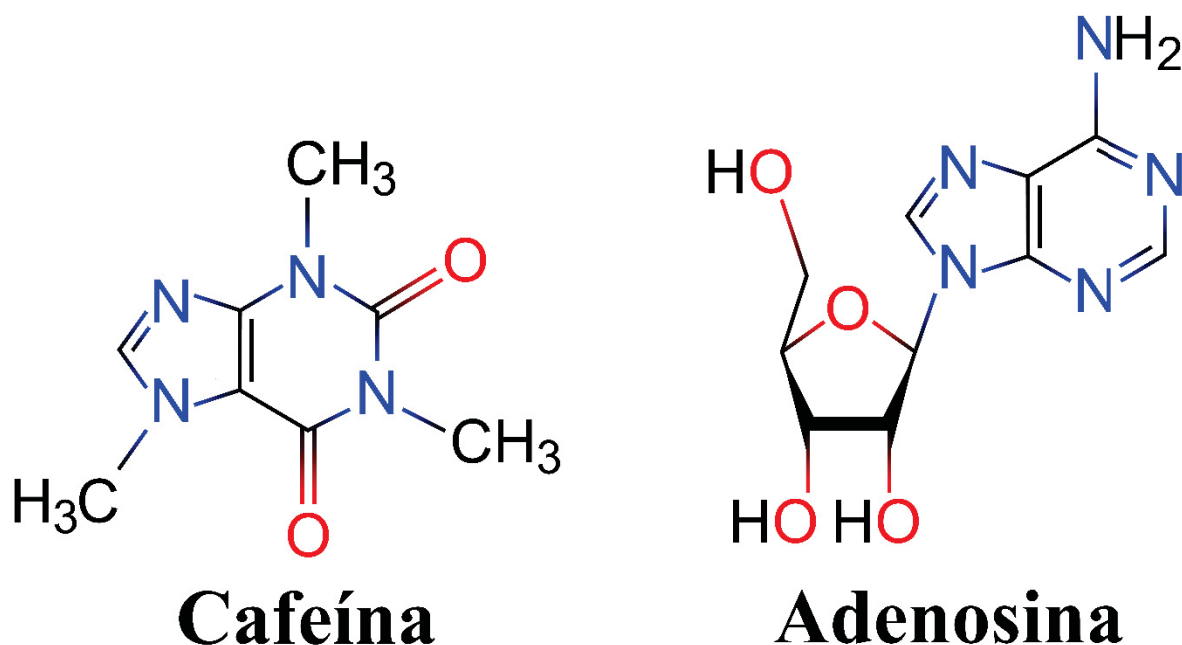


FONTE: Adaptado de ASTORINO e ROBERSON, (2010).

LEGENDA: Linhas vermelhas preenchidas: mecanismos suportados por pesquisas; Linhas verdes tracejadas: mecanismos não consistentes ou contraditórios pelos estudos.

A primeira teoria que tenta explicar o efeito ergogênico da cafeína, no qual consiste na inibição dos receptores de adenosina, contextualiza que a cafeína e a adenosina possuem estruturas moleculares semelhantes (FIGURA 3), no entanto esta última é associada com maior PSE e PSD, bem como indução ao cansaço e ao sono uma vez que esta substância é acoplada aos principais receptores de adenosina A_1 e A_{2a} (CARPENTER; LEBON, 2017). A cafeína irá promover seus efeitos adentrando a esses receptores e então proporcionando resultados antagônicos aos proporcionados pela adenosina, como atenuação da PSE e da PSD, bem como a melhoria do estado de alerta (ASTORINO; ROBERSON, 2010; DAVIS; GREEN, 2009; GRAHAM, 2001).

FIGURA 3 – ESTRUTURA MOLECULAR DA CAFEÍNA E ADENOSINA



FONTE: Adaptado de CARPENTER e LEBON (2017).

Por outro lado, as explicações dessas alterações não estão restritas apenas a um único mecanismo, pois é importante salientar que a cafeína atravessa facilmente qualquer tecido e membrana celular (GOLDSTEIN et al., 2010; SOUZA-JUNIOR et al., 2012). Portanto, a compreensão dos demais mecanismos se fazem necessários para entendimento da ação da cafeína no organismo, no qual podemos ressaltar a mobilização e oxidação dos ácidos graxos, preservando assim o volume de glicogênio, o aumento da mobilização do Ca⁺⁺ intracelular, as alterações de íons potássio, aumento da produção de catecolaminas e inibição da fosfodiesterase (ASTORINO; ROBERSON, 2010; DAVIS; GREEN, 2009).

Algumas evidências apontam que a suplementação de cafeína, promove inibição da enzima fosfodiesterase (E.C.: 3.1.4.1), permitindo aumento da adenosina monofosfato cíclico (AMPc), acarretando em maior oxidação dos ácidos graxos e consequentemente economia do glicogênio, bem como fosforilases mais ativas e potencializando a mobilização de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, promovendo então melhorias contráteis (ALTIMARI; MORAES; TIRAPEGUI, 2006; SOUZA-JUNIOR et al., 2012). No entanto, para o treinamento de alta intensidade é improvável que estas vias metabólicas estejam em evidência nos protocolos de curta duração (ASTORINO; ROBERSON, 2010; DAVIS; GREEN, 2009), pois essas ações foram observadas até o presente momento apenas em modelo animal, além do mais, os

estudos demonstram a necessidade de altas dosagens para promover essas ativações, evidenciando a possibilidade de toxicidade ao organismo humano (DAVIS; GREEN, 2009; FREDHOLM et al., 1999; GRAHAM, 2001; TARNOPOLSKY, 1994).

O aumento da produção de catecolaminas, como adrenalina e noradrenalina, promovida pela ingestão de cafeína, aumentando a atividade simpática, sustenta a teoria de que esses aumentos promovem melhoras na atividade do sistema glicolítico, bem como auxiliando na atuação na inibição da enzima fosfodiesterase, otimizando assim o desempenho (DAVIS; GREEN, 2009; GRAHAM, 2001; GRAHAM; SPRIET, 1995). Estudos com suplementação de cafeína mostram também outros mecanismos envolvendo eletrólitos, como as alterações de íons potássio plasmático, pois esta trimetilxantina pode atuar auxiliando na atividade da enzima ATPase (E.C.: 3.6.1.3), promovendo assim atenuação das concentrações de potássio extracelular, repercutindo no favorecimento da contração excitatória, assim como afetando a produção de força e ativação das unidades motoras (DAVIS; GREEN, 2009; GRAHAM, 2001).

Alguns fatores podem provocar conflito na compreensão de determinados mecanismos de atuação da cafeína, como nível de treinamento, variabilidade nos protocolos (ex. intensidade, volume, densidade, etc.) e as doses e/ou a forma como são administradas (CAPUTO; AGUIAR; TURNES, 2012; SOUZA-JUNIOR et al., 2012). Algumas dessas divergências foram investigadas pela literatura, como o estudo de Collomp et al. (1992), encontrando melhoras de desempenho somente em nadadores treinados após a suplementação aguda de cafeína. Mclellan e Bell (2004), demonstraram que independente da cafeína anidra ser consumida acompanhada da ingestão de café ou café descafeinado por indivíduos saudáveis, o desempenho melhorou significativamente, durante teste com 80% do $VO_{2máx}$ até a exaustão. No treinamento de força, foi possível observar que a ingestão de cafeína anidra com café descafeinado por indivíduos fisicamente treinados, aumentou significativamente a carga total do agachamento (RICHARDSON; CLARKE, 2016).

2.2 CAFEÍNA E DESEMPENHO

Na Tabela 1 estão expostos os resultados da revisão sistemática dos efeitos da suplementação de cafeína no desempenho durante treinamento de alta intensidade.

TABELA 1 – REVISÃO DOS ESTUDOS COM SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA E DESEMPENHO

continua

Estudo (ano)	População	Dosagem	Protocolo	Achados
GREER; MCLEAN; GRAHAM, (1998)	9 homens saudáveis	6 mg/kg em cápsula	4 x 30"; Rec: 4'; Carga: 0,09 kg/MC.	↓ P _{pico} (Série 4) ↓ P _{média} (Série 3/4) ↔ Perda de P
DOHERTY, (1998)	9 homens atletas	5 mg/kg diluído em 200 ml	125 % VO _{2máx} até exaustão	↑ Tempo de Exaustão
PATON; HOPKINS; VOLLEBREGT, (2001)	16 homens universitários	6 mg/kg em cápsula	10 x 20m; Rec: 10";	↔ Tempo
DOHERTY et al., (2004)	11 homens ciclistas	5 mg/kg diluído em 200 ml	2' P _{máx} e 1' all-out	↑ P _{média}
STUART et al., (2005)	11 homens jogadores de rugby	6 mg/kg em cápsula	2 x 40' (11 x sprints, agilidade, passes, caminhadas e repouso) Rec: 10'	↑ Desempenho (Sprint, P _{pico} e Precisão) ↓ Fadiga (Sprint, P _{pico} e Precisão)
CROWE; LEICHT; SPINKS, (2006)	12 homens e 5 mulheres saudáveis	6 mg/kg diluído em 400 ml	2 x 60"; Rec: 3'	↔ P _{pico} ↔ Trabalho Total ↑ Tempo P _{pico}
GREER; MORALES; COLES, (2006)	8 homens universitários	5 mg/kg em cápsula	30" Wingate Carga: 0,09 kg/MC	↔ P _{pico} ↔ P _{miníma} ↔ P _{declínio}
WILES et al., (2006)	8 homens ciclistas	5 mg/kg diluído em 250 ml	1 km all-out	↑ Tempo ↑ Velocidade média ↑ P _{média} ↑ P _{pico}
GLAISTER et al., (2008)	21 homens universitários	5 mg/kg em cápsula	12 x 30m Rec: 35"	↑ Tempo (Série 1, 2 e 3)
FOSKETT; ALI; GANT, (2009)	20 homens jogadores de futebol	6 mg/kg em cápsula	6 x 15' (11 x [3x 20 m]; caminhada 5,5 km/h; 1 x 15 m; Rec: 1 x 4"; 3 x 20 m trote; 3 x 20 m) Rec: 4'	↑ CMJ ↑ habilidade específicas; ↔ Sprint máximo 15m
SIMMONDS; MINAHAN; SABAPATHY, (2010)	8 homens ciclistas e triatletas	5 mg/kg em cápsula	120% VO _{2máx} até exaustão	↑ Tempo de Exaustão
DUVNJAK-ZAKNICH et al., (2011)	10 homens treinados em esporte coletivo	6 mg/kg em cápsula	4 x 20' (20 x [3 x 12 m; caminhada; 2 x trote; 3 x caminhada]) Rec: 10'	↓ Tempo total ↑ Agilidade (Reativa, Tomada de Decisão e Movimentação)
MOHR; NIELSEN; BANGSBO, (2011)	8 homens e 4 mulheres ativos	6 mg/kg em cápsula	Yo-Yo Intermittent Recovery level 2	↑ Desempenho
ASSI; BOTTOMS, (2014)	9 homens jogadores de rugby	6 mg/kg diluído em 500 ml	8 x (10 x sprint e mudança de direção; bloqueios; Rec: Caminhada) Rec: 30"	↔ Desempenho

TABELA 1 – REVISÃO DOS ESTUDOS COM SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA E DESEMPENHO conclusão

Estudo (ano)	População	Dosagem	Protocolo	Achados
MAHDAVI et al., (2015)	26 mulheres jogadoras de basquetebol	5 mg/kg em cápsula	30" Wingate Carga: 0,075 kg/MC	↔ P _{pico} ↔ P _{média} ↔ P _{final} ↔ Queda de P ↔ Índice de fadiga ↑ Trabalho acima P _{final} ↑ P (60" – 120") ↓ Índice de fadiga ↔ Trabalho total ↔ P _{pico} ↔ P _{média}
CHENG et al., (2016)	15 homens universitários jogadores de basquetebol	6 mg/kg em cápsula	3' all-out	↑ P (3º tercil)
RIBEIRO et al., (2016)	6 homens jogadores de handebol	6 mg/kg em cápsula	4 x 30" SV Rec: 60"	↓ Tempo total
WELLINGTON; LEVERITT; KELLY, (2016)	14 homens jogadores de rugby	3 x 100 mg em tabletes	3 x (3 x 20 m; Bloqueios) Rec: 60"	↔ P _{pico} ↔ P _{média} ↔ Índice de fadiga
ANDERSON; LEGRAND; MCCART, (2018)	9 ciclistas experientes	280 mg bebida com cafeína	30" Wingate Carga: 0,09 kg/MC	↔ Desempenho Sprint
EVANS et al., (2018)	18 atletas de equipe	200 mg de goma mascar	4 x 40m Rec: 30"	

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: P: Potência; MC: Massa corporal; Rec: Recuperação; VO_{2máx}: Consumo máximo de oxigênio; ↑: Aumento; ↔: Nenhum efeito; ↓: Redução; SV: Salto Vertical.

Estes achados são passíveis de análises contundentes, uma vez que os estudos não possuem uma amostra tão expressiva, pois considerando todos os estudos teremos uma média de 12,4 participantes. Grande parte dos estudos foram realizados com sujeitos praticantes de alguma modalidade esportiva, assim como observado por estudos anteriores (ASTORINO; ROBERSON, 2010; CAPUTO; AGUIAR; TURNES, 2012; DAVIS; GREEN, 2009; SOUZA-JUNIOR et al., 2012). Podemos notar que a suplementação de cafeína melhora significativamente o desempenho dos participantes treinados (CHENG et al., 2016; DOHERTY, 1998; DOHERTY et al., 2004; DUVNJAK-ZAKNICH et al., 2011; FOSKETT; ALI; GANT, 2009; RIBEIRO et al., 2016; SIMMONDS; MINAHAN; SABAPATHY, 2010; STUART et al., 2005; WELLINGTON; LEVERITT; KELLY, 2016; WILES et al., 2006), divergindo apenas com dois estudos (ASSI; BOTTOMS, 2014; MAHDAVI et al., 2015).

Assi e Bottoms (2014) investigaram a suplementação de cafeína na velocidade da agilidade reativa em atletas de rugby, no qual não houve melhora de desempenho, pois os pesquisadores expõem que estas divergências com a literatura,

são devido aos movimentos dinâmicos em situação real de jogo, utilizados para mensuração da precisão dos passes. Assim como Mahdavi et al. (2015) em que pesquisaram os efeitos ergogênicos da cafeína, não encontrando melhoras nas variáveis de potência e índice de fadiga, durante série única de Wingate em mulheres jogadoras de basquetebol, os autores apontaram que a diferença entre os sexos, bem como o protocolo utilizado, podem ter afetado os resultados.

Por outro lado, os estudos com indivíduos destreinados não são consistentes ao investigar os efeitos provocados pela cafeína no desempenho para essa população, pois dois estudos mostram uma melhora (GLAISTER et al., 2008; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011), em contrapartida outros três estudos não observam efeito da substância (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GREER; MORALES; COLES, 2006; PATON; HOPKINS; VOLLEBREGT, 2001), assim como outro estudo mostra queda de desempenho para os destreinados (GREER; MCLEAN; GRAHAM, 1998).

As dosagens de cafeína realizadas nos estudos têm variação entre 3 a 6 mg/kg, no entanto grande parte dos estudos estão concentrados na ingestão com 5 mg/kg ou 6 mg/kg, no qual 71,4% (cinco artigos) e 60% (seis estudos) demonstraram melhorias no desempenho nas suas respectivas dosagens. A menor dose foi do estudo de Wellington, Leveritt e Kelly, (2016), com 3,4 mg/kg, apresentando um aumento significativo no tempo total dos testes.

Analisando os protocolos com suplementação de cafeína investigados até o momento, observa-se que a intensidade, volume e duração dos intervalos utilizados pelos protocolos de HIIT são distintos, dificultando uma análise criteriosa do consumo deste suplemento como recurso ergogênico. No entanto, é possível fazer algumas observações relevantes, por exemplo, considerando os estudos que foram conduzidos de maneira intermitente e com uma duração acima de 80 minutos, no qual apresentaram aumentos significativos no desempenho (DUVNJAK-ZAKNICH et al., 2011; FOSKETT; ALI; GANT, 2009; STUART et al., 2005).

Por outro lado, as pesquisas com um único estímulo apresentam aumentos significativos no desempenho, desde que realizados na máxima intensidade ou acima de 120% do $VO_{2máx}$ (CHENG et al., 2016; DOHERTY, 1998; DOHERTY et al., 2004; SIMMONDS; MINAHAN; SABAPATHY, 2010; WILES et al., 2006), porém dois estudos efetuados com estímulos máximos, não demonstraram um melhor desempenho (GREER; MORALES; COLES, 2006; MAHDAVI et al., 2015).

Iniciando-se as controvérsias, considerando que ambos os estudos utilizaram o protocolo de Wingate, sendo este teste amplamente utilizado pela literatura para mensuração da potência anaeróbia, esta discussão permanecerá presente ao avaliarmos os protocolos com estímulos repetidos, pois não há parâmetro de comparação ao analisarmos a duração total, bem como não há consenso na razão esforço/pausa utilizada pelos estudos. No estudo realizado por Greer, Mclean e Graham, (1998) no qual utilizou uma razão de 1:8 e duração total de 18 minutos, demonstrou queda no desempenho, por outro lado o estudo de Glaister et al. (2008) que usou razão de 1:7,7 e duração total de 6,5 minutos, detectou uma melhora significativa. Ainda assim, com outras razões como 1:1 e 1:3 com duração total de 3,5 e 8 minutos, respectivamente, não apresentaram efeitos significativos (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; PATON; HOPKINS; VOLLEBREGT, 2001). No entanto, exibem respostas contraditórias quando comparados aos estudos que mensuraram razões com 1:2 e 1:6,3 com duração total de 6 e 3,5 minutos, respectivamente, e evidenciaram respostas positivas do efeito ergogênico da cafeína (RIBEIRO et al., 2016; WELLINGTON; LEVERITT; KELLY, 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo foi de caráter quase experimental, randomizado, contrabalanceado, duplo-cego do tipo *crossover* (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). As avaliações foram realizadas no Laboratório de Fisiologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) em parceria com o Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O projeto passou por aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UFPR, registrado sob o parecer nº 2.675.143 (ANEXO 1).

As variáveis independentes analisadas foram: suplementação com cafeína e treinamento intervalado de alta intensidade. As dependentes foram: potência pico (P_{pico}), potência média ($P_{\text{média}}$), potência mínima ($P_{\text{mínima}}$), índice de fadiga (IF), percepção subjetiva do esforço (PSE), percepção subjetiva da sessão (PSE-Sessão), percepção de dor (PSD), frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e lactato.

3.2 PLANEJAMENTO AMOSTRAL

3.2.1 População e Amostra

Os participantes foram recrutados por conveniência, consistindo na participação da pesquisa de forma voluntária e impreterivelmente assinando o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) [(APÊNDICE 1)], garantindo assim o anonimato aos sujeitos, bem como deixando claro os objetivos, potenciais riscos e benefícios do presente estudo, assim como explanando a possibilidade em desistir a qualquer momento.

As intervenções foram constituídas pelos mesmos participantes nos dois protocolos, bem como nas três intervenções aplicadas com cafeína, placebo e controle. Na intenção de atender os objetivos do estudo as cápsulas tinham todas a mesma coloração e aparência, os diferenciando apenas em relação ao conteúdo que estava sendo ministrado em cada visita. A intervenção controle foi o único momento que não foi ministrado nenhuma cápsula, porém os procedimentos padrões foram aplicados conforme as outras visitas realizadas. Os métodos de randomização por

meio do site randomization.com garantiu a aleatorização dos participantes, bem como a distribuição contrabalanceada para a ordem dos protocolos e das intervenções (caféina, placebo e controle).

3.2.2 Cálculo Amostral

A pesquisa contou com 15 participantes universitários do sexo masculino fisicamente ativos com idade média de $22,7 \pm 4,0$ anos, massa corporal de $73,5 \pm 4,1$ quilogramas, estatura de $177,4 \pm 6,5$ centímetros, índice de massa corporal (IMC) de $23,4 \pm 1,8$, gordura corporal de $12,4 \pm 2,5$ e frequência de treinamento de $8,4 \pm 3,9$ horas por semana. Os participantes eram todos praticantes de alguma modalidade esportiva com características intermitente como basquetebol, handebol e futsal.

O cálculo amostral foi realizado antecipadamente com o software Gpower® (versão 3.192), empregando o teste da família F (ANOVA de medidas repetidas, *within-between interaction*) para poder estatístico de 80%, nível de significância 95% e tamanho do efeito de 0,35 (médio) [(ANEXO 2)] [(COHEN, 1988)].

3.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão foram: a) mínimo um ano de prática consecutiva de exercício físico com frequência semanal de três dias; b) responder negativamente todas as questões do Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q) [(ANEXO 3)]; c) não utilizar nenhuma suplementação nos últimos seis meses; exclusão serão: a) utilizar qualquer tipo de medicamento de uso contínuo; b) fumante; c) ter feito uso de qualquer tipo de suplementação nos últimos seis meses; d) apresentar lesão nos últimos seis meses; e) consumidor assíduo de caféina (>100 mg/dia).

3.3 PLANEJAMENTO DA COLETA DE DADOS

3.3.1 Desenho Experimental

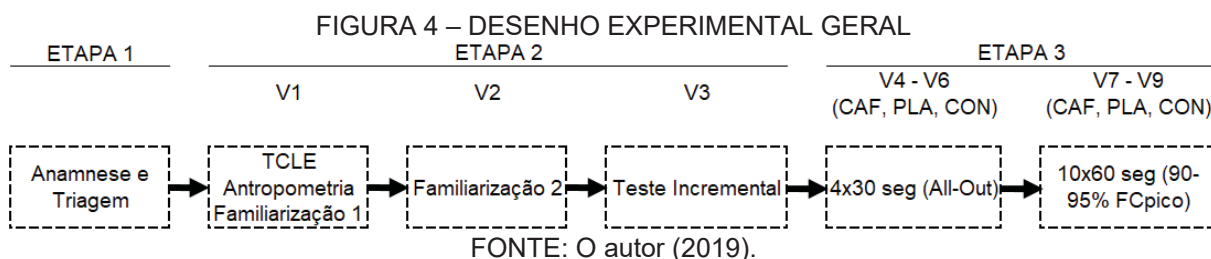
Em caráter geral, os participantes iniciaram preenchendo o Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q), devendo resultar em resposta negativa a

todos os itens para prosseguimento no estudo. Além do mais, os questionários para obter os níveis de atividade física, horas praticadas, consumo de suplementos e medicamentos (APÊNDICE 2), bem como para mensurar os hábitos de consumo de cafeína (APÊNDICE 3), foram aplicados para certificar-se que os critérios de inclusão e exclusão estariam sendo atendidos.

Os participantes foram submetidos a nove visitas ao Laboratório de Fisiologia da PUC-PR entre o período de junho de 2018 e agosto de 2018.

Sequencialmente, os encontros foram todos separados por sete dias e realizados no período matutino, evitando possíveis alterações no ritmo circadiano. Os sujeitos não poderiam realizar atividade física de caráter moderado a vigoroso e deveriam privar-se do consumo de álcool nas 24 horas antecedentes às sessões. Assim como foi solicitado a abstenção do consumo de alimentos, suplementos e medicamentos com cafeína em sua composição nas últimas 48 horas aos testes, para isto foi fornecida a lista de produtos que deveriam ser evitados (APÊNDICE 4), a fim de que houvesse um possível controle do consumo desses itens, foram realizados em todas as sessões o recordatório de 24 horas (R24h) [(ANEXO 4)], caso algum participante não respeitasse os critérios, era solicitado o retorno em outro momento.

A primeira visita (V1) ao laboratório foi realizada para elucidar eventuais dúvidas, esclarecer o objetivo do estudo, bem como seus possíveis riscos e benefícios. Contando também com assinatura do TCLE, mensuração dos dados antropométricos, familiarização inicial com a escala de PSE, PSE-Sessão, PSD e com o ciclo ergômetro; este último realizou-se os ajustes individuais na altura do selim e na distância até o guidão, de acordo com a estatura de cada participante, e registradas para os testes posteriores. Para esta sessão, ocorreu a randomização para a ordem dos protocolos de forma aleatória e contrabalanceada pelo site randomization.com (<http://www.randomization.com>) de modo a ambientar os sujeitos aos testes aplicados, assim como minimizar diferentes respostas no desempenho em todas as visitas. Na segunda visita (V2), foi ministrada mais uma familiarização com as escalas perceptuais e com o segundo protocolo no ciclo ergômetro de acordo com a randomização. A terceira visita (V3) contou com teste incremental no ciclo ergômetro para determinação da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$), capacidade máxima de realização de trabalho e predição indireta do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) [(FIGURA 4)].



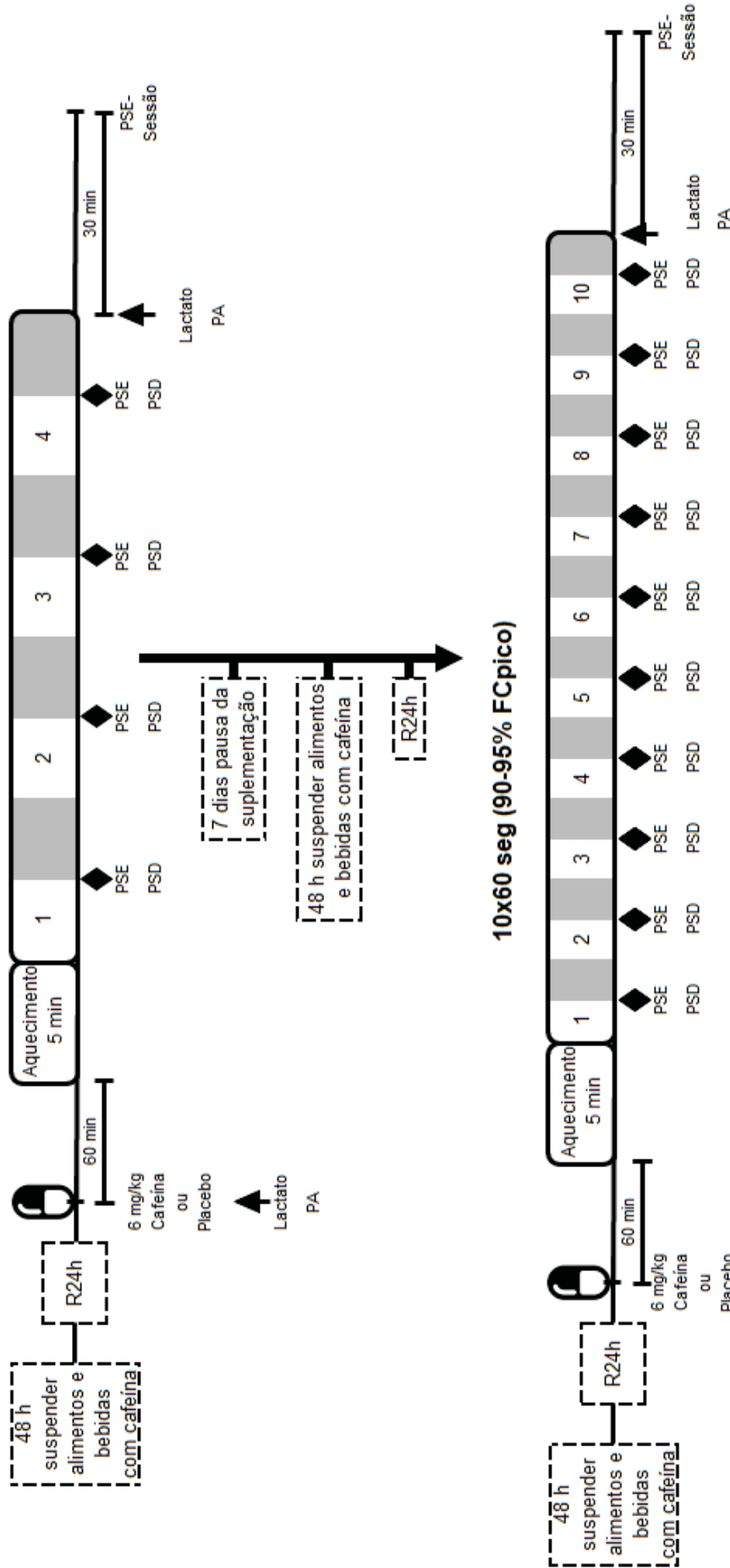
LEGENDA: V: Visitas; CAF: Cafeína; PLA: Placebo; CON: Controle; TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; All-Out: Esforço Máximo; seg: Segundos; FC_{pico}: Frequência Cardíaca Pico.

As visitas seguintes da quarta até a nona (V4 a V9), os participantes compareceram após o mínimo de quatro horas de jejum ao laboratório para realização de um dos dois protocolos (FIGURA 4) selecionado previamente de forma aleatória. Esses testes obtiveram três tratamentos selecionados randomicamente pelo mesmo sistema do randomization.com, contrabalanceada e com pausas nas inversões dos procedimentos (*crossover*) entre suplementação de cafeína anidra (CAF), placebo (PLA) e controle (CON). Ao final de cada sessão, foi aplicada ficha para identificação da suplementação possivelmente utilizada nos testes (APÊNDICE 5).

As primeiras medidas de pressão arterial (PA), lactato e frequência cardíaca (FC) foram avaliadas ao chegarem ao laboratório, no entanto, esta última variável permaneceu sendo avaliada continuamente até o final da visita. Na sequência, os participantes fizeram a ingestão de 30 gr de dextrose e a ingestão de 6 mg/kg em cápsula de CAF ou PLA logo em seguida, fazendo a ingestão com 200 ml de água 60 minutos antes das sessões de treinamento. As operacionalizações das cápsulas foram distribuídas em três dosagens principais de 420 mg, 450 mg e 480 mg e assim destinada ao participante de acordo com sua massa corporal respeitando a dose de 6 mg/kg. Cabe salientar que a administração da suplementação foi no formato duplo-cego (*double-blind*), manipulada por colaborador não participante da pesquisa e das coletas de dados. Além disso, foi efetuado o tratamento controle (CON), passando os sujeitos por todos procedimentos, porém sem a administração de qualquer suplementação.

Realizada a suplementação, os protocolos foram iniciados após 60 minutos da ingestão, começando-se pelo aquecimento de cinco minutos no ciclo ergômetro contra uma resistência de 50 W em uma cadência baixa. No final de cada série foi coletado a percepção subjetiva do esforço (PSE) e percepção subjetiva de dor (PSD). O lactato foi coletado novamente após três minutos do último sprint das séries de cada protocolo, por fim, após 30 minutos a PSE-Sessão e PA foram avaliadas (FIGURA 5).

FIGURA 5 – DESENHO EXPERIMENTAL ESPECÍFICO
4x30 seg (All-Out)



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: R24h: Recordatório 24 horas; PA: Pressão arterial; PSE: Percepção Subjetiva do Esforço; PSD: Percepção Subjetiva de Dor.

3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

3.4.1 Protocolo de Suplementação com Cafeína

A confecção da suplementação foi realizada por uma farmácia de manipulação, devidamente registrada e regulamentada nos órgãos competentes. O suplemento foi armazenado em cápsulas gelatinosas com mesmo peso e coloração, diferenciando-se apenas em seu conteúdo. As substâncias deveriam conter cafeína em sua forma anidra, necessitando apresentar laudo de pureza de 99% ou substância inerte como placebo (ANEXO 5). As doses foram ajustadas de acordo com a massa corporal dos participantes que foi de 6 mg/kg. Essa dosagem foi selecionada, pois estudos anteriores mostraram aumento nos níveis de cafeína plasmática (GRAHAM; SPRIET, 1995), sendo suficientes para aumentar sua concentração em $\sim 45 \mu\text{M}$ após 1 hora de realizada a ingestão.

A distribuição da suplementação aos participantes foi designada a um pesquisador que não esteve envolvido com o estudo, ficando este encarregado de distribuir de forma aleatória e contrabalanceada, por meio do site randomization.com, a suplementação de cafeína, placebo ou controle nos dias de teste para cada participante.

3.4.2 Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

O método para avaliação antropométrica foi seguido conforme estabelecido por Heyward e Wagner (2004). As mensurações ocorreram em ambiente reservado, localizado dentro do Laboratório de Fisiologia da PUC-PR. A mensuração da massa corporal (MC) foi realizada em uma balança (Toledo®, modelo 2096, São Paulo, Brasil) com precisão de 0,1 kg. A estatura (EST) foi aferida em um estadiômetro (Sanny®) fixado à parede (modelo Standard, São Bernardo do Campo, Brasil), escalonado em 0,1 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi utilizado como indicador do estado nutricional, sendo realizada a relação entre MC e o quadrado da EST.

O percentual de gordura foi mensurado por meio da balança de bioimpedância (Beurer BF-100) tetrapolar com oito eletrodos. Os procedimentos para avaliação

seguiram todas as indicações do fabricante com relação a ingestão de líquidos, alimentação e orientações para mensurações de todas as variáveis coletadas.

3.4.3 Controle do Consumo Alimentar

O controle nutricional dos participantes foi conduzido mediante R24h (ANEXO 4), realizados em todas as visitas sempre pelo mesmo nutricionista previamente treinado. Os participantes foram orientados a manter seus hábitos alimentares normais durante todo o estudo, no entanto para maior controle foi fornecido uma cópia do R24h obtido na primeira sessão experimental, sendo reforçado a todos participantes a reprodução desses hábitos no período que antecede cada experimento. Além dessas medidas para maior controle nutricional, foi solicitado jejum de quatro horas aos participantes, sendo realizada a ingestão de 30 gr de dextrose antes de iniciar as sessões experimentais.

As medidas caseiras foram padronizadas conforme manual elaborado por De Castro et al., 2013. Por fim, os dados foram quantificados com o software de avaliação nutricional AVANUTRI® 4.0, utilizando a tabela brasileira de composição de alimentos (TACO) [(UNICAMP, 2011)] e a tabela de composição de alimentos (PHILIPPI, 2001).

3.4.4 Teste Incremental Máximo

Para a determinação da FC_{pico} foi realizado teste incremental máximo no ciclo ergômetro (Biotec 2100, Cefise, Brasil). Primeiramente, foi realizado aquecimento de 5 minutos sem carga em cadência auto selecionada. A avaliação teve início sem carga, com incrementos de 50 W a cada 2 minutos até alcançar a fadiga volitiva, solicitando aos participantes a manterem cadência constante de 60 rpm.

A FC_{pico} foi determinada pela máxima FC atingida durante todo o teste. A capacidade máxima de realização de trabalho foi definida como a potência do último estágio completado. O $VO_{2máx}$ não foi mensurado diretamente, mas foi predito indiretamente usando a equação (1) [(ROCHA; GUEDES JUNIOR, 2013)]:

$$VO_{2máx} = \frac{(W \times 12) + 300}{\text{Peso corporal}} \quad (1)$$

onde:

$\text{VO}_{2\text{máx}}$ = consumo máximo de oxigênio

W = watts

Peso corporal = em kg

3.4.5 Protocolos de Treinamento Intervalado de Alta Intensidade

Os protocolos foram realizados no ciclo ergômetro calibrado e os dados das variáveis de potência pico, potência média, potência mínima e índice de fadiga, foram todos exportados e analisados usando o software (Egometric 6.0, Cefise, Brasil). As sessões de HIIT tiveram um aquecimento prévio por cinco minutos contra uma resistência de 50 W em uma cadência baixa auto selecionada. Somente após o aquecimento os testes foram iniciados, sendo orientados a permanecerem sentados durante todos os estímulos e receberam motivações verbais afim de incentivar a realizar o máximo esforço. Os protocolos selecionados para o estudo foram:

a) Protocolo de Treinamento de Sprint Intervalado (SIT);

- Este protocolo de treinamento foi composto por 4 séries de 30 segundos (esforço/pausa, 1:9 e duração total de 20 minutos) na maior cadência possível (*all-out*), com resistência de 0,075 kp por quilograma de massa corporal, a recuperação ativa entre as séries foi de 4 minutos e 30 segundos com cadência abaixo de 50 rpm e com uma resistência leve (30 W) (BURGOMASTER et al., 2008; GIBALA et al., 2006; GREER; MCLEAN; GRAHAM, 1998; VOLLAARD; METCALFE, 2017);

b) Protocolo de Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT)

- O segundo protocolo englobou 10 séries de 60 segundos à 90-95% FC_{pico} (esforço/pausa, 1:1 e duração total de 20 minutos) avaliados no teste incremental, com cadência mínima de 80 rpm e cargas individuais suficientes para provocar à FC próxima ao estipulado. A recuperação ativa foi de 60 segundos com resistência de 50W entre as séries (HOOD et al., 2011; LITTLE et al., 2011).

3.4.6 Medidas de Parâmetros Fisiológicos

As alterações fisiológicas foram avaliadas por meio da frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e lactato. A FC foi monitorada continuamente no teste incremental máximo e nos protocolos de HIIT, por meio de cardiofrequencímetro (Polar RS800CX; Polar Electro OY, Kempele, Finlândia), sistema este com elevada correlação com o eletrocardiograma (HERNANDO et al., 2016; LÉGER; THIVIERGE, 1988). A FC_{pico} foi definida como o valor mais alto de FC para cada estágio ou série concluída.

A pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foi mensurada pelo método auscultatório, utilizando um estetoscópio (Littmann, Estados Unidos) e esfigmomanômetro em coluna de mercúrio (Unitec, Brasil), com manguito adequado a circunferência do braço, seguindo os procedimentos propostos pelo Comitê Nacional de Prevenção, Identificação, Avaliação e Tratamento da Pressão Arterial (CHOBANIAN et al., 2003). As avaliações iniciais em repouso, foram obtidas com o participante sentado em um período de 5 minutos; o valor médio aferido foi registrado entre três mensurações. Por fim, foi avaliada a PA ao final de todos os testes seguindo as mesmas recomendações (MALACHIAS et al., 2016).

O lactato foi avaliado usando o lactímetro portátil Lactate Plus Meter (Nova Biomedical, Waltham, MA, Estados Unidos) com elevada correlação com o YSI 2300 (HART et al., 2013). As mensurações ocorreram antes e após três minutos de cada sessão de treinamento, coletando amostra sanguínea de 0,7 µL da polpa digital do dedo indicador, utilizando-se de lanceta descartável após ser efetuada a assepsia do local com álcool e algodão.

3.4.7 Percepção Subjetiva do Esforço (PSE)

Os dados de PSE foram mensurados por meio da escala *OMNI-Cycle* (ROBERTSON et al., 2004), na versão em português (E SILVA et al., 2011) [(ANEXO 6)]. O instrumento é composto por 11 pontos numéricos, bem como descritores verbais e visuais com variação de 0 ("Muito fácil") até 10 ("Muito difícil"). O instrumento foi previamente familiarizado para melhor compreensão. Essas avaliações ocorreram durante o teste incremental a cada minuto, bem como ao final de cada sprint nos dois protocolos avaliados pelo o estudo. As escalas foram apresentadas e os sujeitos

indicaram uma numeração de acordo sua sensação ao ser questionado: “Qual o nível de esforço que você sentiu nesse momento? ”.

3.4.8 Percepção Subjetiva do Esforço da Sessão (PSE-Sessão)

A carga da sessão foi quantificada por meio do método de PSE-Sessão revisada como escala validade e confiável para diversas populações (FOSTER, 1998; HADDAD et al., 2017) [(ANEXO 7)]. Este protocolo é composto por 11 pontos numéricos, assim como descritores verbais e visuais variando de 0 (“Descanso”) até 10 (“Máximo”). Após o término da sessão, foi apresentado a escala aos participantes após 30 minutos finalizado o teste e foram questionados: “Como foi seu treinamento?” (FOSTER et al., 2001).

3.4.9 Percepção Subjetiva de Dor (PSD)

Nas análises de PSD foi aplicado a escala de intensidade a dor previamente descrita e validada (COOK et al., 1997, 1998) [(ANEXO 8)]. Este instrumento tem escala numérica em conjunto com descritores verbais que variam de 0 (“Sem dor”) até 10 (“Dor extremamente intensa, quase insuportável”). As mensurações ocorreram ao final de cada sprint nos dois protocolos selecionado neste estudo, sendo o instrumento previamente familiarizado. A numeração deveria ser indicada após apresentação da escala e ao responderem à pergunta: “Qual o nível de dor que você sente em suas pernas nesse momento? ”.

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS E ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados e armazenados no programa *Microsoft Excel*®. Nas análises dos dados foi utilizado o pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 24.0). Os gráficos foram confeccionados por meio do *GraphPad Prism* (GraphPad Software versão 7.0). Primeiramente, para tratamento dos dados foi empregado estatística descritiva, com medidas de tendência central e dispersão (média e desvio padrão), caracterizando assim os participantes.

A normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de *Shapiro Wilk*, após a confirmação desta distribuição como normal optou-se em aplicar a análise de

variância de dois fatores (ANOVA *two-way*) para medidas repetidas, nos dados de desempenho (potência pico, média, mínima e índice de fadiga), perceptuais (PSE, PSE-Sessão e PSD) e fisiológicas (FC e Lactato). Além disso, os principais efeitos e interações foram analisadas pelo teste de post-hoc de Bonferroni.

As análises em caso de violação nas premissas de esfericidade aplicaram-se a correção de Greenhouse-Geisser. Além disso, a magnitude de efeito foi calculada por meio do eta quadrado parcial η_p^2 . Considerou-se significativo o valor de $p < 0,05$ para todas as análises realizadas.

4 RESULTADOS

As informações das características de idade, estatura, dados antropométricos, frequência de treinamento durante a semana e de desempenho físico dos participantes são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES

Variáveis	Média ± DP (n = 15)
Idade (anos)	22,7 ± 4,0
Estatura (cm)	177,4 ± 6,5
Massa Corporal (kg)	73,5 ± 4,1
IMC (kg/m ²)	23,4 ± 1,8
Gordura (%)	12,4 ± 2,5
Frequência de Treinamento (h/sem)	8,4 ± 3,9
VO _{2máx} (ml/kg/min)	48,9 ± 10,4
FC _{máx} (bpm)	181,9 ± 9,3
Potência (W)	273,3 ± 59,4

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: DP: Desvio Padrão; IMC: Índice de Massa Corporal; VO_{2máx}: Consumo Máximo de Oxigênio; FC_{máx}: Frequência Cardíaca Máxima.

A estimativa de ingestão calórica antecedentes aos tratamentos e protocolos durante o período do estudo estão apresentados na Tabela 3, demonstrando por meio da análise estatística que não houve diferenças significativas entre os protocolos ($F(1,14) = 0,59$, $p = 0,46$, $\eta_p^2 = 0,04$) e tratamentos ($F(2,28) = 0,29$, $p = 0,75$, $\eta_p^2 = 0,02$), bem como não houve interação entre protocolos e tratamentos ($F(2,28) = 1,13$, $p = 0,34$, $\eta_p^2 = 0,07$).

TABELA 3 – ESTIMATIVA DA INGESTÃO CALÓRICA CONSUMIDA 24 HORAS ANTECEDENTES AOS TRATAMENTOS E PROTOCOLOS (MÉDIA ± DP)

Variáveis	SIT (n = 15)			HIIT (n = 15)		
	CAFEÍNA	PLACEBO	CONTROLE	CAFEÍNA	PLACEBO	CONTROLE
Calorias (kcal)	2.847,4 ± 798,5	2787,2 ± 867,5	2731,2 ± 939,4	2529,8 ± 617,9	2769,2 ± 825,1	2858,7 ± 956,1

FONTE: O autor (2019).

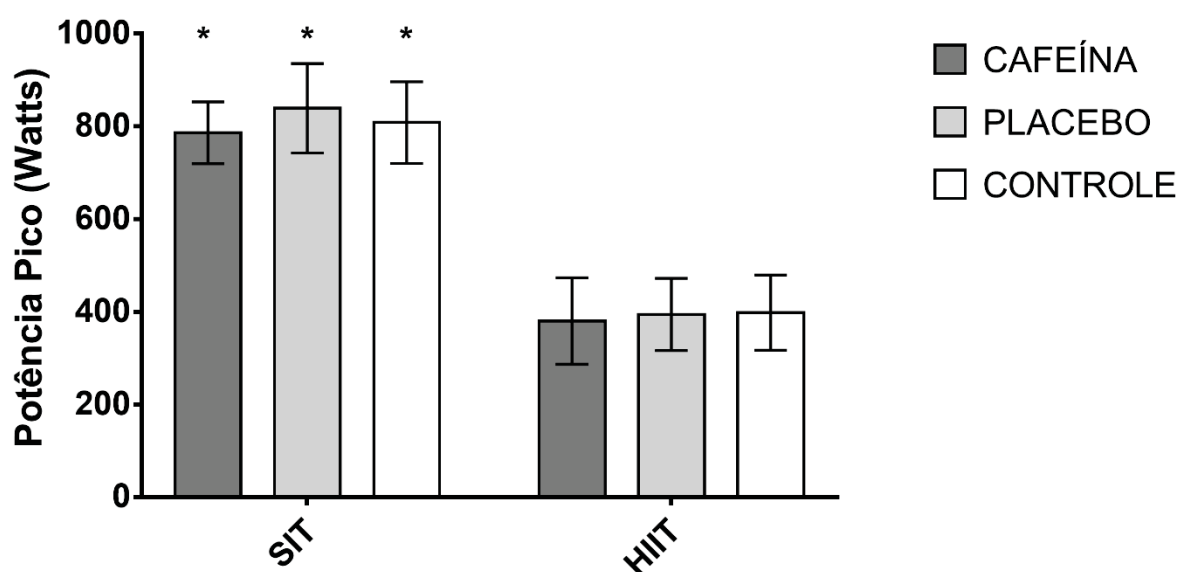
LEGENDA: DP: Desvio Padrão; kcal: quilocaloria; SIT: 4 x 30"; HIIT: 10 x 60".

Os participantes deste estudo, 33,3% para o SIT e 46,7% para o HIIT, tiveram a capacidade de identificação da suplementação. Dentre os efeitos colaterais, os mais presentes foram: aumento de disposição, aumento de FC e aumento de desempenho.

As análises desempenho dos participantes como potência pico, potência média, potência mínima e índice de fadiga, serão destacadas no Gráfico 1, Gráfico 2, Gráfico 3 e Gráfico 4, apresentando o resultado nos tratamentos cafeína, placebo e controle realizados nas sessões de SIT e HIIT.

As respostas para a potência pico mostrou diferença significativa entre os protocolos ($F(1,14) = 476,64$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,97$), evidenciando maiores médias de pico de potência realizando o protocolo de SIT (CAF: 785,95, $p < 0,001$; PLA: 839,03, $p < 0,001$; CON: 808,07, $p < 0,001$), comparado ao HIIT (CAF: 379,78, $p < 0,001$; PLA: 394,08, $p < 0,001$; CON: 397,9, $p < 0,001$) em todos os tratamentos. No entanto, a diferença não foi significativa entre os tratamentos ($F(2,28) = 3,16$, $p = 0,058$, $\eta_p^2 = 0,18$). Não houve interação significativa entre protocolo e tratamento ($F(2,28) = 1,05$, $p = 0,363$, $\eta_p^2 = 0,07$) [(GRÁFICO 1)].

GRÁFICO 1 – NÍVEIS DE POTÊNCIA PICO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.



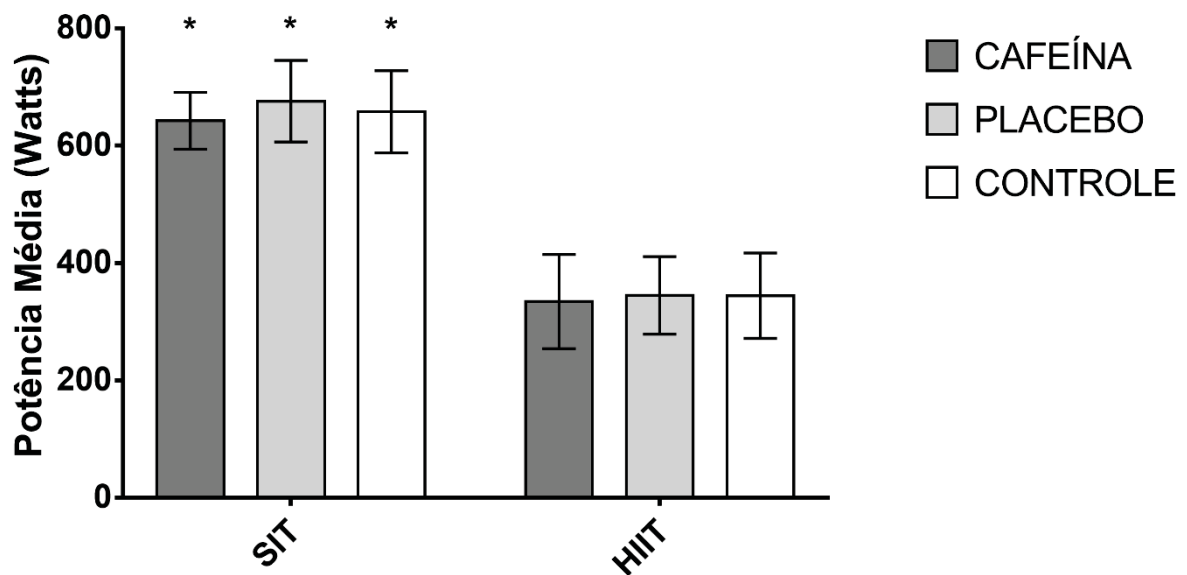
FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: * = diferença significativa comparado ao protocolo de HIIT entre todos os tratamentos;
SIT: 4 x 30";
HIIT: 10 x 60".

Os dados para a potência média demonstram diferença significativa entre os protocolos ($F(1,14) = 464,39$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,97$), verificando-se média superior para o protocolo de SIT (CAF: 642,21, $p < 0,001$; PLA: 675,75, $p < 0,001$; CON: 657,74, $p < 0,001$) em comparação ao HIIT (CAF: 334,33, $p < 0,001$; PLA: 344,79, p

$< 0,001$; CON: 344,25, $p < 0,001$) em todos os tratamentos. Com tudo, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($F (2,28) = 2,36$, $p = 0,113$, $\eta_p^2 = 0,14$). Assim como, não houve interação significativa entre protocolo e tratamento ($F (2,28) = 0,48$, $p = 0,626$, $\eta_p^2 = 0,03$) [(GRÁFICO 2)].

GRÁFICO 2 – NÍVEIS DE POTÊNCIA MÉDIA ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.

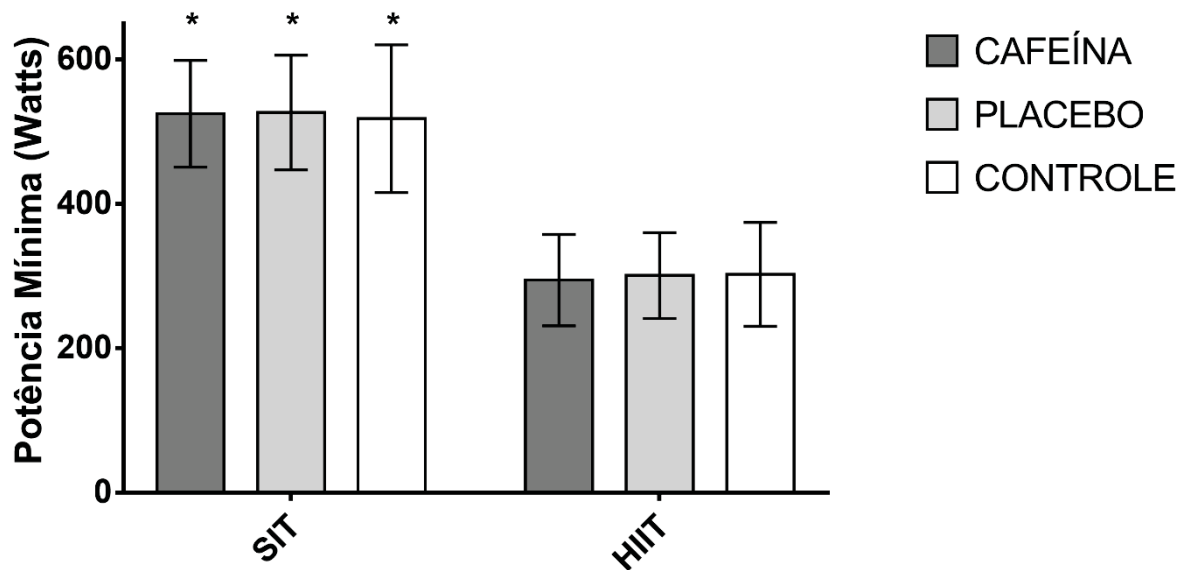


FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: * = diferença significativa comparado ao protocolo de HIIT entre todos os tratamentos;
SIT: 4 x 30";
HIIT: 10 x 60".

Para a potência mínima os resultados apresentaram diferença significativa para os protocolos ($F (1,14) = 151,08$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,92$), demonstrando maiores médias para o protocolo de SIT (CAF: 524,81, $p < 0,001$; PLA: 526,34, $p < 0,001$; CON: 518,07, $p < 0,001$) comparado ao HIIT (CAF: 294,48, $p < 0,001$; PLA: 300,63, $p < 0,001$; CON: 302,42, $p < 0,001$) em todos os tratamentos. Por outro lado, não foi verificado diferença significativa entre os tratamentos ($F (2,28) = 0,04$, $p = 0,958$, $\eta_p^2 = 0,01$). Não houve interação significativa entre protocolo e tratamento ($F (2,28) = 0,12$, $p = 0,888$, $\eta_p^2 = 0,01$) [(GRÁFICO 3)].

GRÁFICO 3 – NÍVEIS DE POTÊNCIA MÍNIMA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.

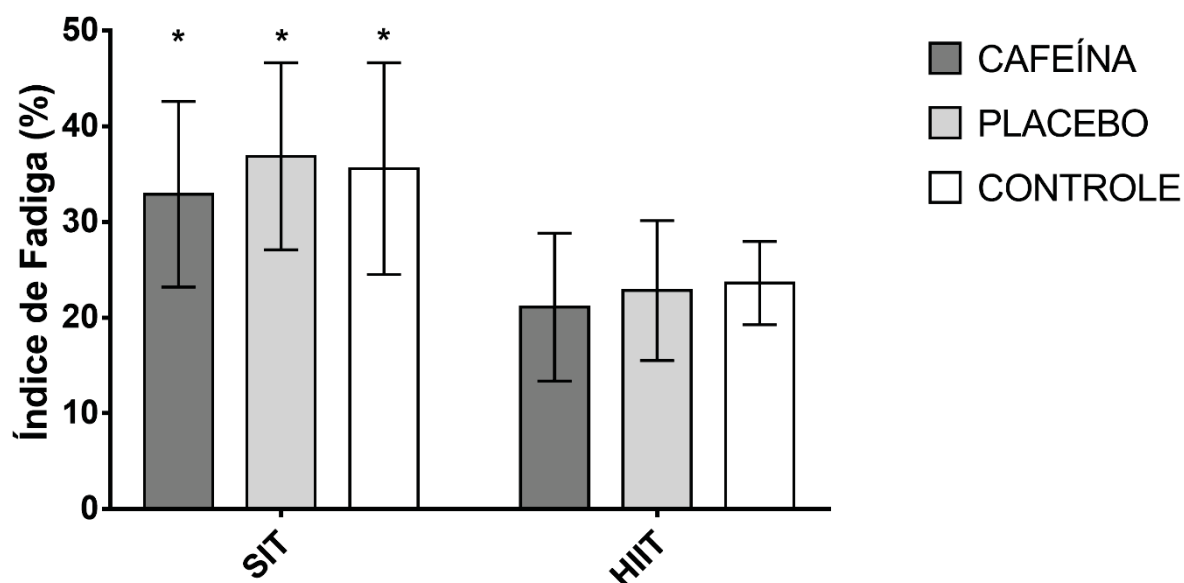


FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: * = diferença significativa comparado ao protocolo de HIIT entre todos os tratamentos;
 SIT: 4 x 30";
 HIIT: 10 x 60".

Nos efeitos da cafeína sobre o índice de fadiga, as análises mostraram diferença significativa entre os protocolos ($F(1,14) = 28,34$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,67$), reforçando maiores respostas para o protocolo de SIT (CAF: 32,90, $p = 0,001$; PLA: 36,88, $p = 0,001$; CON: 35,59, $p = 0,003$) comparado ao HIIT (CAF: 21,10, $p = 0,001$; PLA: 22,84, $p = 0,001$; CON: 23,61, $p = 0,003$) em todos os tratamentos. Em contrapartida, os tratamentos não mostraram diferença significativa ($F(2,28) = 1,85$, $p = 0,175$, $\eta_p^2 = 0,12$). Não houve interação significativa entre protocolo e tratamento ($F(2,28) = 0,24$, $p = 0,792$, $\eta_p^2 = 0,02$) [(GRÁFICO 4)].

GRÁFICO 4 – NÍVEIS DE ÍNDICE DE FADIGA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT.



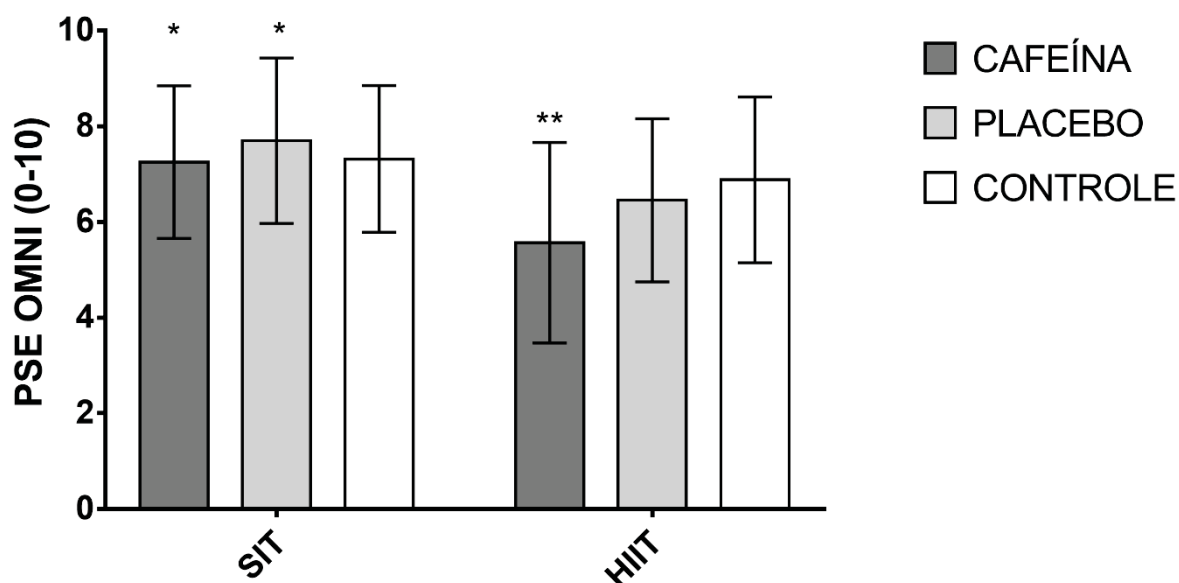
FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: * = diferença significativa comparado ao protocolo de HIIT entre todos os tratamentos;
SIT: 4 x 30";
HIIT: 10 x 60".

As respostas perceptivas apresentadas durante os diferentes tratamentos e protocolos, serão apresentados no Gráfico 5, Gráfico 6 e Gráfico 7.

Os níveis de PSE durante a sessão apresentaram resultados significativos para os protocolos ($F(1,14) = 9,83$, $p = 0,007$, $\eta_p^2 = 0,41$), mostrando que o protocolo de SIT (CAF: 7,25, $p = 0,005$; PLA: 7,7, $p = 0,009$; CON: 7,32, $p = 0,357$) foi mais extenuantes nos tratamentos cafeína e placebo em comparação a sessão de HIIT (CAF: 5,57, $p = 0,005$; PLA: 6,45, $p = 0,009$; CON: 6,88, $p = 0,357$). Além disso, constatou-se diferença significativa entre os tratamentos ($F(2,28) = 4,87$, $p = 0,015$, $\eta_p^2 = 0,26$), demonstrando que a suplementação de cafeína foi capaz de atenuar a PSE significativamente comparado ao tratamento controle ($p = 0,022$) durante o protocolo de HIIT. Não houve interação significativa entre protocolo e tratamento ($F(2,28) = 3,26$, $p = 0,054$, $\eta_p^2 = 0,19$) [(GRÁFICO 5)].

GRÁFICO 5 – NÍVEIS DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DURANTE A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT

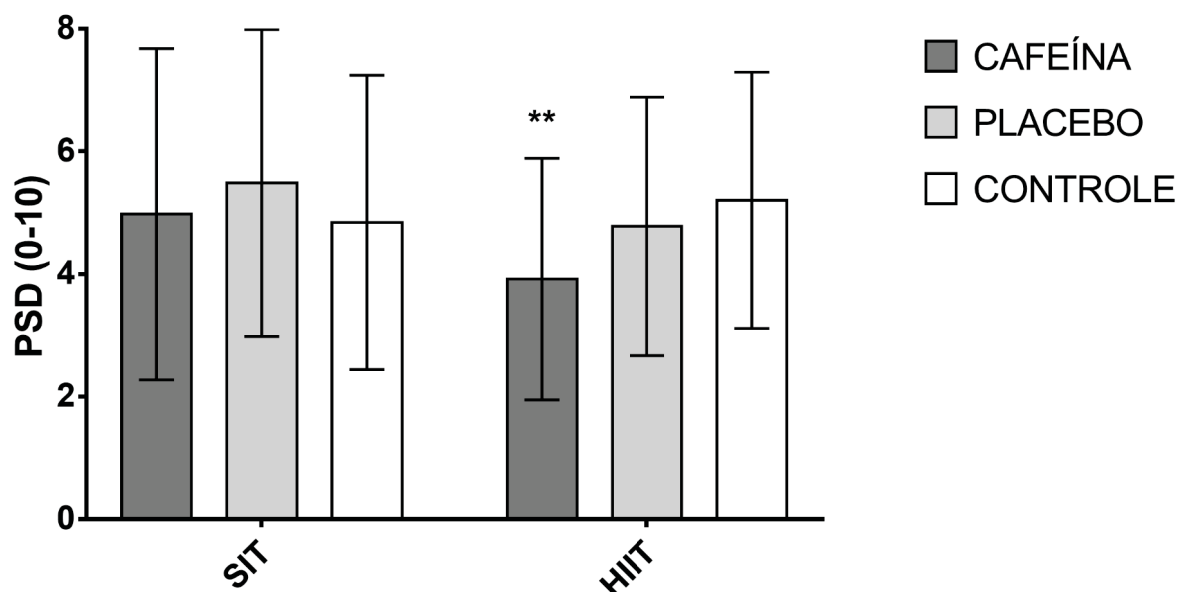


FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: * = diferença significativa comparado ao protocolo de HIIT;
 ** = diferença significativa comparado ao controle no protocolo de HIIT;
 SIT: 4 x 30";
 HIIT: 10 x 60".

Nas respostas a dor os resultados foram significativos entre os tratamentos ($F(2,28) = 4,67$, $p = 0,018$, $\eta_p^2 = 0,25$), revelando redução significativa da PSD durante a sessão de HIIT ao suplementar com cafeína comparado ao tratamento controle ($p = 0,047$). Além disso, não foi possível verificar diferenças significativas entre os protocolos ($F(1,14) = 1,43$, $p = 0,252$, $\eta_p^2 = 0,09$) de HIIT (CAF: 3,92, $p = 0,158$; PLA: 4,78, $p = 0,085$; CON: 5,2, $p = 0,358$) e SIT (CAF: 4,98, $p = 0,158$; PLA: 5,48, $p = 0,085$; CON: 4,84, $p = 0,358$). Não houve interação significativa entre protocolo e tratamento ($F(2,28) = 3,30$, $p = 0,052$, $\eta_p^2 = 0,19$) [(GRÁFICO 6)].

GRÁFICO 6 – NÍVEIS DE PERCEPÇÃO DE DOR DURANTE A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT



FONTE: O autor (2019).

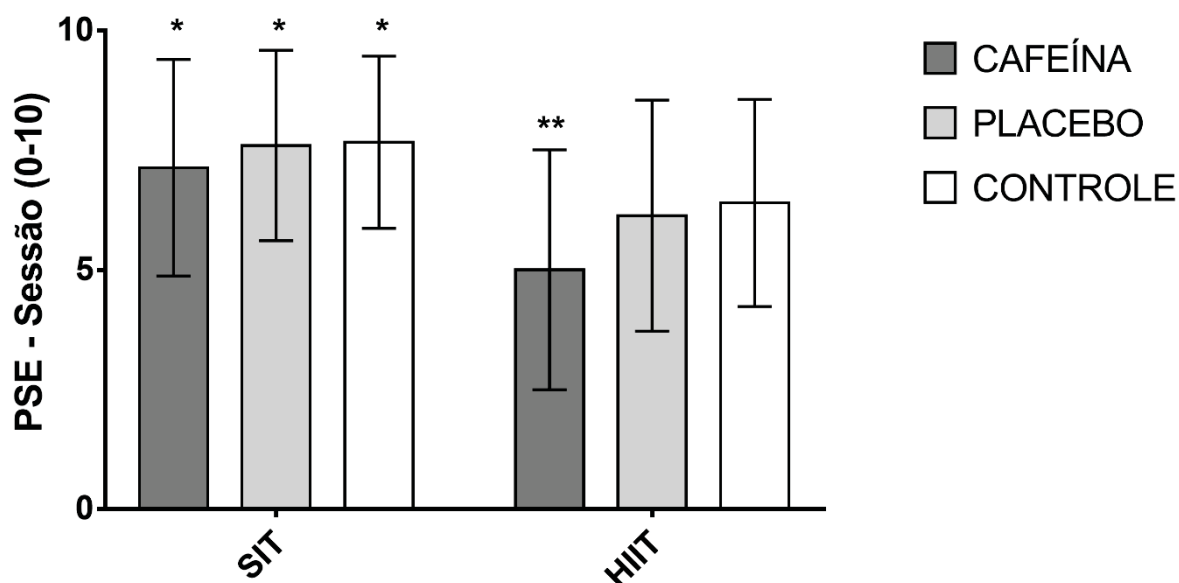
LEGENDA: ** = diferença significativa comparado ao controle no protocolo de HIIT;

SIT: 4 x 30";

HIIT: 10 x 60".

Os dados de PSE-Sessão demonstraram diferenças significativas entre os protocolos ($F(1,14) = 16,48$, $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,54$), mostrando valores médios significativamente maiores para a sessão de SIT (CAF: 7,13, $p = 0,008$; PLA: 7,60, $p = 0,002$; CON: 7,67, $p = 0,006$) em comparação ao HIIT (CAF: 5,0, $p = 0,008$; PLA: 6,13, $p = 0,002$; CON: 6,40, $p = 0,006$) em todos os tratamentos. Constatou-se também diferenças significativas para a PSE-Sessão entre os tratamentos ($F(2,28) = 6,67$, $p = 0,004$, $\eta_p^2 = 0,32$), mostrando que os participantes suplementados com cafeína submetidos ao protocolo de HIIT, apresentaram menores valores para a percepção da sessão comparado ao tratamento controle ($p = 0,011$). Não houve interação entre protocolo e tratamento ($F(2,28) = 1,36$, $p = 0,274$, $\eta_p^2 = 0,09$) [(GRÁFICO 7)].

GRÁFICO 7 – NÍVEIS DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DA SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: * = diferença significativa entre protocolos entre todos os tratamentos;

** = diferença significativa comparado ao controle no protocolo de HIIT.

SIT: 4 x 30";

HIIT: 10 x 60".

Os parâmetros fisiológicos de frequência cardíaca, pressão arterial e lactato são apresentados na Tabela 4, Gráfico 8, Gráfico 9 e Gráfico 10.

Os dados de FC em repouso não mostraram diferença significativa para os protocolos ($F(1,14) = 4,14$, $p = 0,61$, $\eta_p^2 = 0,23$), bem como não houve diferença entre os tratamentos ($F(1,453,20,348) = 0,07$, $p = 0,873$, $\eta_p^2 = 0,01$) e não houve interação entre tratamento e protocolo ($F(2,28) = 0,14$, $p = 0,867$, $\eta_p^2 = 0,01$).

Por outro lado, para a FC durante a sessão os resultados mostram diferença significativa para o tratamento ($F(1,237,17,322) = 4,92$, $p = 0,015$, $\eta_p^2 = 0,26$), resultando em uma FC aumentada ao suplementar com cafeína durante o exercício, comparado ao placebo no protocolo de SIT. Nos protocolos não apresentou diferença significativa ($F(1,14) = 0,94$, $p = 0,350$, $\eta_p^2 = 0,06$), bem como não houve interação entre protocolo e tratamento ($F(2,28) = 0,79$, $p = 0,465$, $\eta_p^2 = 0,05$) [(TABELA 4)].

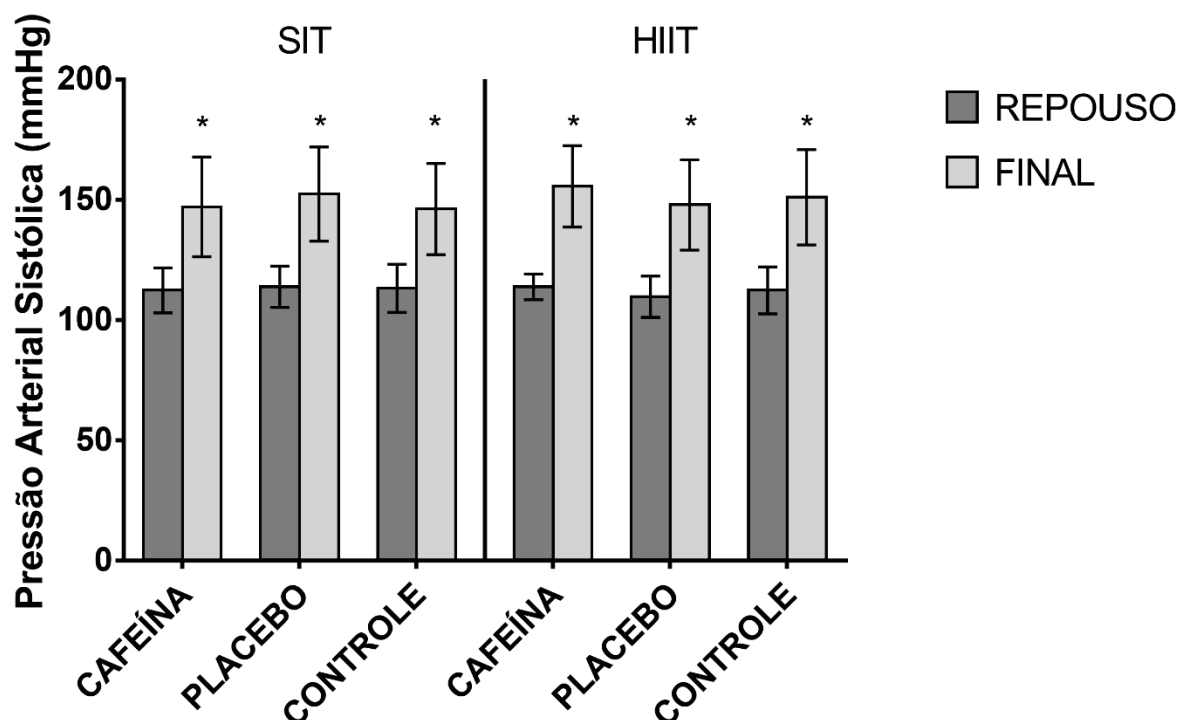
TABELA 4 – COMPORTAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS DURANTE OS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT

Variáveis	SIT			HIIT		
	CAFEÍNA	PLACEBO	CONTROLE	CAFEÍNA	PLACEBO	CONTROLE
Frequência Cardíaca de Repouso (bpm)	63,1 ± 8,8	63,3 ± 9,5	63,5 ± 11,4	66,6 ± 11	65,1 ± 9	66 ± 9,6
Frequência Cardíaca no Exercício (bpm)	171 ± 8,2*	168,1 ± 9,3	168,9 ± 9,2	171 ± 8,2	170,2 ± 8,7	169,9 ± 7,8

* = diferença significativa comparado ao placebo no protocolo de SIT; SIT: 4 x 30"; HIIT: 10 x 60".

As respostas para a pressão arterial sistólica mostraram aumento significativo ao final das sessões ($F(1,14) = 84,06$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,86$), comparado ao início de todos os tratamentos e protocolos. No entanto, não apresentou diferença significativa entre protocolos ($F(1,14) = 0,35$, $p = 0,564$, $\eta_p^2 = 0,02$) e não resultou em efeitos expressivos para os tratamentos ($F(2,28) = 0,48$, $p = 0,625$, $\eta_p^2 = 0,03$). Assim como, não foi observada interação significativa entre tempo e protocolo ($F(1,14) = 0,99$, $p = 0,336$, $\eta_p^2 = 0,07$), tempo e tratamento ($F(2,28) = 0,43$, $p = 0,654$, $\eta_p^2 = 0,03$), protocolo e tratamento ($F(2,28) = 2,89$, $p = 0,072$, $\eta_p^2 = 0,17$) e tempo, protocolo e tratamento ($F(2,28) = 0,50$, $p = 0,614$, $\eta_p^2 = 0,03$) [(GRÁFICO 8)].

GRÁFICO 8 – NÍVEIS DE PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DE REPOUSO E APÓS A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS E PROTOCOLOS DE SIT E HIIT



FONTE: O autor (2019).

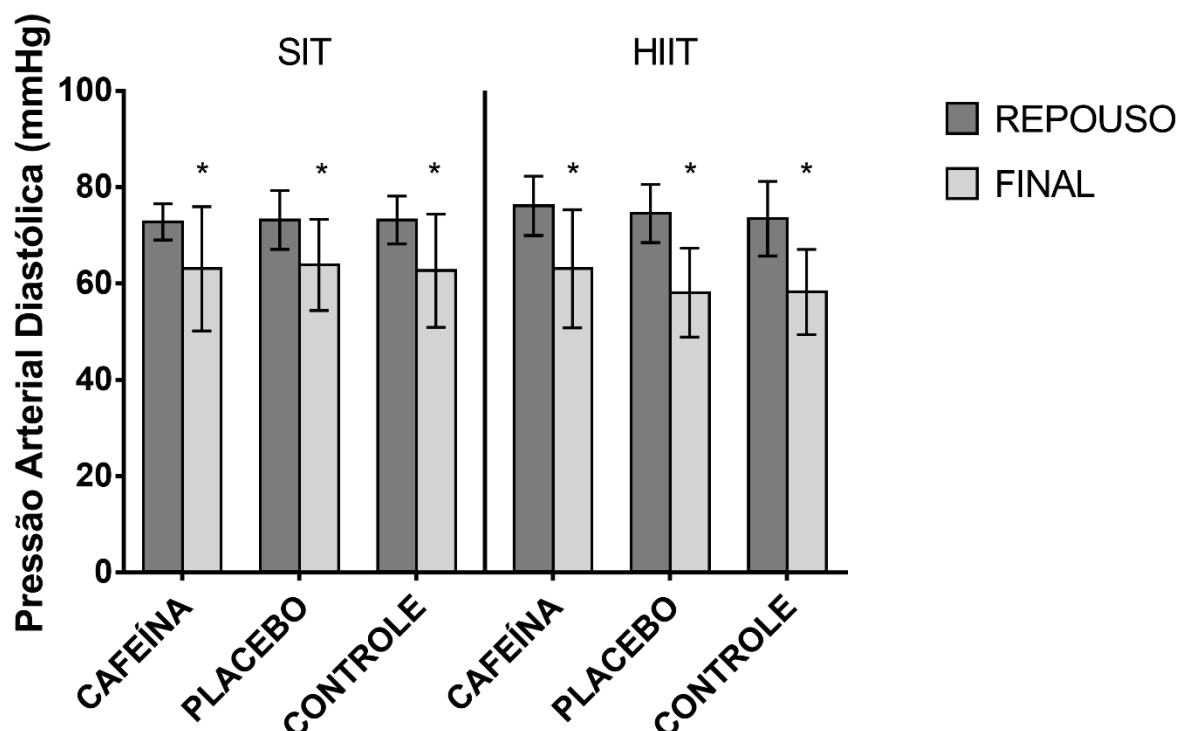
LEGENDA: * = diferença significativa comparado ao repouso;

SIT: 4 x 30";

HIIT: 10 x 60".

Por outro lado, os níveis de pressão arterial diastólica resultaram em diminuições significativas ao final das sessões ($F(1,14) = 58,93$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,81$), comparado ao momento de repouso para todos os tratamentos e protocolos. Por outro lado, não apresentou diferença entre os protocolos ($F(1,14) = 0,47$, $p = 0,504$, $\eta_p^2 = 0,03$) e tratamentos ($F(2,28) = 2,23$, $p = 0,127$, $\eta_p^2 = 0,14$). Bem como, não resultou em interação significativa entre tempo e protocolo ($F(1,14) = 3,70$, $p = 0,075$), tempo e tratamento ($F(2,28) = 0,20$, $p = 0,820$, $\eta_p^2 = 0,01$), protocolo e tratamento ($F(2,28) = 1,36$, $p = 0,272$, $\eta_p^2 = 0,09$) e tempo, protocolo e tratamento ($F(2,28) = 0,31$, $p = 0,737$, $\eta_p^2 = 0,02$) [(GRÁFICO 9)].

GRÁFICO 9 – NÍVEIS DE PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA DE REPOUSO E APÓS A SESSÃO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS E PROTOCOLOS DE SIT E HIIT

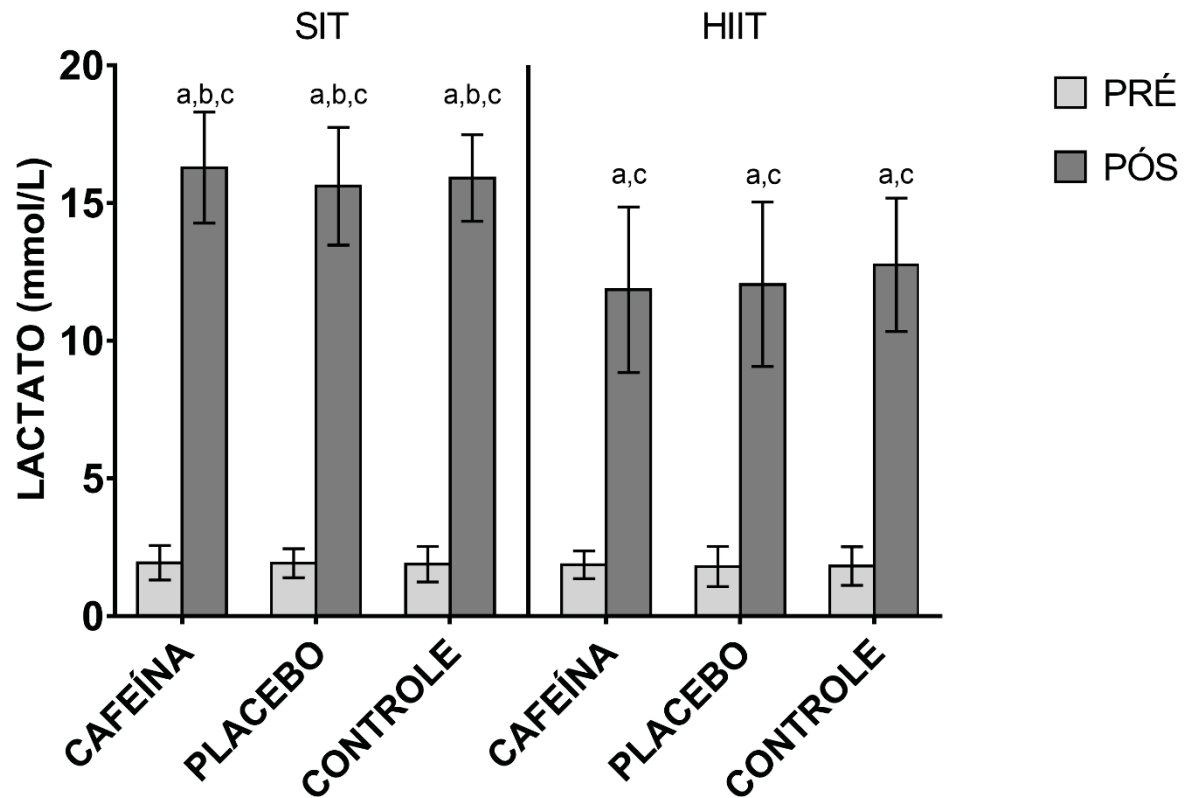


FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: * = diferença significativa comparado ao repouso;
 SIT: 4 x 30";
 HIIT: 10 x 60".

Os níveis de lactato apresentaram aumento significativo em relação ao tempo no final do exercício ($F(1,14) = 721,12$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,98$), comparados a situação inicial em todos os protocolos e tratamentos. Além disso, o lactato após a sessão se mostrou significativamente maior nos protocolos de SIT ($F(1,14) = 34,91$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,71$) [(CAF: 16,25; PLA: 15,61; CON: 15,91)], comparados ao de HIIT (CAF: 11,85; PLA: 12,05; CON: 12,75) em todos os tratamentos. Apresentando-se assim uma interação significativa entre o tempo e protocolo ($F(1,14) = 31,86$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,69$), devido a não haver intervenção no momento pré sessão. Não foi possível observar diferença estatística entre os três tratamentos nos dois protocolos ($F(2,28) = 1,08$, $p = 0,353$, $\eta_p^2 = 0,07$). Não houve interação entre tempo e tratamento ($F(2,28) = 0,77$, $p = 0,473$, $\eta_p^2 = 0,05$). Não houve interação entre protocolo e tratamento ($F(2,28) = 1,00$, $p = 0,379$, $\eta_p^2 = 0,07$). Não houve interação entre tempo, protocolo e tratamento ($F(2,28) = 0,93$, $p = 0,407$, $\eta_p^2 = 0,06$) [(GRÁFICO 10)].

GRÁFICO 10 – NÍVEIS DE LACTATO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS NOS PROTOCOLOS DE SIT E HIIT



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: a = diferença significativa entre pré e pós sessão.

b = diferença significativa em comparação a sessão de HIIT entre todas as intervenções.

c = interação entre o tempo (momentos pré e pós sessão) e protocolo.

SIT: 4 x 30";

HIIT: 10 x 60".

5 DISCUSSÃO

A proposta da pesquisa foi investigar em dois protocolos (SIT e HIIT), os principais efeitos e influências provocadas pela suplementação aguda de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas em homens universitários fisicamente ativos. Com isso, ficou evidente a eficiência da cafeína em reduzir as respostas perceptivas (PSE, PSD e PSE-Sessão) para o protocolo de HIIT, contudo não houve resultado expressivo para a sessão de SIT. Entretanto as respostas perceptivas não foram necessariamente acompanhadas pelo aumento no desempenho na potência pico, potência média, potência mínima e índice de fadiga. Além disso, a cafeína aumentou a FC no protocolo de SIT durante a sessão de treinamento, fato não observado para o protocolo de HIIT.

Neste estudo constatou-se PSE de $6,45 \pm 1,70$ e $6,88 \pm 1,73$ para os tratamentos placebo e controle, respectivamente, sendo classificadas entre: “Um pouco difícil” e “Difícil” para o protocolo de HIIT. Esses resultados são similares a estudos anteriores que usaram o treinamento HIIT sem a utilização da suplementação de cafeína, exibindo PSE de $6,4 \pm 1,3$ (LITTLE et al., 2011), $6,63 \pm 1,35$ (STORK; GIBALA; MARTIN GINIS, 2018) e $7,0 \pm 1,0$ (FOLLADOR et al., 2018). No entanto, no presente estudo os participantes ao serem suplementados com cafeína sofreram uma redução de 19% em relação ao tratamento controle no protocolo de HIIT, passando para uma PSE de $5,57 \pm 2,10$ considerada como: “Um pouco fácil” e “Um pouco difícil”. Essas respostas diante da literatura do exercício intervalado são contraditórias, pois possuem investigações apoiadas por meta-análises (DOHERTY; SMITH, 2005) e estudos experimentais, realizados no exercício aeróbio e treinamento de força, que ao suplementar com cafeína apontam os mesmos resultados da presente pesquisa (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; COOPER et al., 2014; CURETON et al., 2007; DOHERTY et al., 2004; DOLAN et al., 2017; DUNCAN et al., 2012, 2013; GANIO et al., 2011; ROBERTS et al., 2010), no entanto há outros estudos que contestam tais efeitos na PSE provocados pela cafeína (ASSI; BOTTOMS, 2014; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GLAISTER et al., 2008; LEE et al., 2012; SCHNEIKER et al., 2006; WELLINGTON; LEVERITT; KELLY, 2016; WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2009).

A dor relatada de PSD ficou entre: “Dor um pouco forte” e “Dor forte”, apontadas como $4,78 \pm 2,11$ e $5,20 \pm 2,09$ para os tratamentos placebo e controle, respectivamente, no protocolo de HIIT. Por outro lado, com a cafeína ocorreu a

redução de 25% comparado ao tratamento controle, caindo para uma PSD de $3,92 \pm 1,97$ e classificada como: “Dor moderada” ou “Dor um pouco forte”. Essas análises no exercício intervalado são escassas, contudo outros estudos que investigaram a PSD em exercícios com característica aeróbia ou no treinamento de força, obtiveram resultados similares a esta pesquisa ao suplementar com cafeína (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; DUNCAN et al., 2013; GLIOTTONI; MOTL, 2008; MOTL et al., 2006; MOTL; O’CONNOR; DISHMAN, 2003), porém o estudo de Astorino et al., (2011) contraria estes achados, observando nenhum efeito da cafeína sobre a PSD em diferentes dosagens de 5 e 2 mg/kg com cafeína anidra acerca de duas séries no dinamômetro isocinético.

Na sessão de treinamento a cafeína atenuou em 22% contraposto ao tratamento controle, expressando uma PSE-Sessão de $5,00 \pm 2,51$, sendo percebido como “Pesado” para o protocolo de HIIT. Por outro lado, nos tratamentos placebo e controle a sessão ficou respectivamente em $6,13 \pm 2,42$ e $6,40 \pm 2,16$, consideradas uma sessão entre “Pesado” e “Muito pesado”. Os estudos que investigaram essa variável com a suplementação de cafeína, realizados no exercício aeróbio, mostram reduções significativas na PSE-Sessão ao realizar 30 minutos de exercício no cicloergômetro a 75% do $VO_{2máx}$ (KILLEN et al., 2013), no entanto não sofreram alterações ao suplementarem com energético ao realizarem 5 km máximos em esteira (PRINS et al., 2016).

Essa atenuação das respostas perceptivas ocorre devido a ação da cafeína no SNC, pois o antagonismo dos receptores de adenosina é considerado o principal mecanismo para os efeitos ergogênicos da suplementação (CHENG et al., 2016; DAVIS; GREEN, 2009; GOLDSTEIN et al., 2010). Evidenciando que a cafeína tem propriedades analgésicas as quais acarretam respostas perceptuais, se concordarmos com a teoria do governador central de Noakes; St. Clair Gibson; Lambert, (2004), essas propriedades podem além de alterar os níveis de dores e esforço percebido, estender o tempo até um ponto limite auto-imposto por cada indivíduo, confirmando que as ações no SNC agem de maneira independente a capacidade fisiológica dos músculos. Além disso, a meta-análise de Doherty e Smith, (2005) estima que 29% das alterações no desempenho tem a PSE obtida durante o exercício como principal responsável ao suplementar com cafeína. Entretanto sabemos que os mecanismos de ação desse recurso ergogênico podem ser centrais e periféricos, neste último havendo possíveis respostas na alteração de íons potássio,

mobilização do Ca^{++} intracelular, produção de catecolaminas e inibição da fosfodiesterase (ASTORINO; ROBERSON, 2010; DAVIS; GREEN, 2009). Por isso é possível que a cafeína não tenha atuado de forma periférica durante a pesquisa para a sessão de HIIT, além de não alterar a FC durante o exercício para este protocolo, apesar da produção de catecolaminas não serem mensuradas diretamente, não se observou aumento de desempenho somente com atenuação das respostas perceptivas, pois as alterações nos mecanismos centrais e periféricos em conjunto podem ser necessárias para que se obtenha aumento na performance do HIIT. (GREEN et al., 2007). Este fato foi observado no protocolo de SIT apesar de haver respostas periféricas significativas por meio do aumento da FC, provavelmente das respostas de catecolaminas provocadas pela suplementação (GLAISTER et al., 2008; GRAHAM, 2001; SPRIET, 2014), não foi possível observar diminuição dos efeitos perceptivos acompanhado de aumento no desempenho do SIT. Contudo seriam necessárias mensurações específicas dos mecanismos periféricos para conclusões mais aprofundadas.

As investigações da presente pesquisa com o SIT estão de acordo com a literatura, pois não observou-se diferenças significativas no desempenho em estudos que realizaram o sprint de 30 segundos, seja em série única ou até a quatro séries completas, realizadas com 7,5% ou 9% do peso corporal ou ainda pesquisas que incluíram participantes fisicamente ativos ou treinados, não sendo eficazes na demonstração de efeitos positivos da cafeína (ANDERSON; LEGRAND; MCCART, 2018; FORBES et al., 2007; GREER; MCLEAN; GRAHAM, 1998; GREER; MORALES; COLES, 2006). Contudo, cabe ressaltar que nenhum dos estudos investigaram as ações da cafeína mensurando os mecanismos centrais e periféricos em conjunto.

A suplementação aguda de cafeína não demonstrou diferenças significativas para a PAS e PAD nos dois protocolos de exercício intervalado, apenas respondeu ao exercício e ocorreu as alterações entre o tempo de coleta. As análises das respostas de pressão arterial após o exercício são escassas com a suplementação de cafeína e o exercício intervalado, no entanto há estudos que mostram aumentos significativos da PAS ao suplementar (WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2009), bem como outros não relatando efeitos sobre a PAS e PAD (O'CONNOR et al., 2004).

As concentrações de lactato apresentadas pela presente investigação não mostraram diferenças entre os tratamentos para nenhum dos protocolos, concordando

com demais estudos ao suplementar a cafeína (DOHERTY, 1998; GLAISTER et al., 2012; GREER; MCLEAN; GRAHAM, 1998; MAHDAVI et al., 2015; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011; SIMMONDS; MINAHAN; SABAPATHY, 2010; WELLINGTON; LEVERITT; KELLY, 2016). Entretanto, contrapõem outros estudos que mostraram aumento ao utilizar a cafeína (ANSELME et al., 1992; CARR et al., 2008; CHENG et al., 2016; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; DOHERTY et al., 2004; GLAISTER et al., 2008; RIBEIRO et al., 2016).

Além do mais, o lactato atestou de forma significativa a diferença existente entre os protocolos de SIT e HIIT, tais quais foram observadas na produção de potência pico (P_{pico}), potência média ($P_{\text{média}}$), potência mínima ($P_{\text{mínima}}$) e índice de fadiga (IF) e nas respostas de PSE e PSE-Sessão. Algumas dessas distinções estão de acordo com a literatura (FOLLADOR et al., 2018). No entanto, sustenta-se a proposta inicial deste estudo, que teve a intenção de investigar as respostas da cafeína em dois protocolos diferentes realizados pela mesma população de forma randomizada e contrabalanceada.

As limitações deste estudo são a falta de análises específicas, tais como: cafeína plasmática e polimorfismo genético para a enzima CYP1A2. Apesar do estudo atender os critérios de análise amostral previamente mensurados, bem como estar acima da média dos estudos analisados de antemão, reforça-se a necessidade de investigações com número de participantes maior. Além disso, cabe salientar que as investigações foram realizadas em uma população de homens universitários fisicamente ativos em ambiente laboratorial, indicando assim cautela ao interpretar os dados.

6 CONCLUSÃO

As principais contribuições deste estudo mostram que a suplementação aguda de cafeína com 6 mg/kg promoveu atenuação das respostas perceptivas (PSE, PSD e PSE-Sessão) no protocolo de HIIT, bem como o aumentou da frequência cardíaca durante o protocolo de SIT. Constatando assim, os diferentes efeitos ao manipular a prescrição do treinamento intervalado em homens universitários fisicamente ativos suplementados com cafeína. Apesar disso, as análises não mostraram ganho de desempenho (Potência Pico, Potência Média, Potência Mínima e Índice de Fadiga), assim como não se observou alterações na pressão arterial (PAS e PAD) e no lactato devido a suplementação com cafeína.

Recomenda-se para estudos futuros, investigações com outros protocolos de treinamento intervalado, bem como outras populações de participantes treinados e/ou destreinados. A manipulação de diferentes doses de cafeína também é de grande relevância para a compreensão nas diferentes prescrições possíveis no treinamento intervalado. Além disso, sugere-se o controle para a responsividade da cafeína nas respostas individuais ao desempenho, podendo ser realizado por meio do controle do polimorfismo genético, investigando a atividade da enzima CYP1A2 sobre o desempenho em diferentes protocolos de treinamento intervalado.

REFERÊNCIAS

ALTIMARI, L.; MORAES, A.; TIRAPEGUI, J. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Revista brasileira de Ciências Farmacêuticas**, 2006.

ANDERSON, D. E.; LEGRAND, S. E.; MCCART, R. D. Effect of Caffeine on Sprint Cycling in Experienced Cyclists. **Journal of strength and conditioning research**, 2018.

ANSELME, F. et al. Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, 1992.

ARNAUD, M. J. Pharmacokinetics and metabolism of natural methylxanthines in animal and man. In: **Methylxanthines**. Berlin Heidelberg: Springer, 2011. v. 200p. 33–91.

ASSI, H. N.; BOTTOMS, L. The effects of caffeine on rugby passing accuracy while performing the Reactive Agility Test. **Science and Sports**, v. 29, n. 5, p. 275–281, 2014.

ASTORINO, T. A. et al. Effect of caffeine intake on pain perception during high-intensity exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 2011.

ASTORINO, T.; ROBERSON, D. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. **The Journal of Strength &**, 2010.

BLACK, C. D.; WADDELL, D. E.; GONGLACH, A. R. Caffeine's ergogenic effects on cycling: Neuromuscular and perceptual factors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 2015.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, 2013.

BURGOMASTER, K. A. et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 151–160, 2008.

CAMARGO, M. C. R.; TOLEDO, M. C. F.; FARAH, H. G. Caffeine daily intake from dietary sources in Brazil. **Food Additives and Contaminants**, v. 16, n. 2, p. 79–87, 1999.

CAPUTO, F.; AGUIAR, R.; TURNES, T. Caffeine and anaerobic performance. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 5, p. 602–614, 2012.

CARPENTER, B.; LEBON, G. Human Adenosine A2A Receptor: Molecular Mechanism of Ligand Binding and Activation. **Frontiers in Pharmacology**, v. 8, 2017.

CARR, A. et al. Effect of caffeine supplementation on repeated sprint running performance. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 2008.

CHENG, C. F. et al. Caffeine ingestion improves power output decrement during 3-min all-out exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 9, p. 1693–1702, 2016.

CHOBANIAN, A. V. et al. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. **Hypertension**, 2003.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COLLOMP, K. et al. Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 64, n. 4, p. 377–380, 1992.

COOK, D. B. et al. Naturally occurring muscle pain during exercise: Assessment and experimental evidence. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1997.

COOK, D. B. et al. Sex Differences in Naturally Occurring Leg Muscle Pain and Exertion During Maximal Cycle Ergometry. **International Journal of Neuroscience**, v. 95, n. 3–4, p. 183–202, 1998.

COOPER, R. et al. Effects of a carbohydrate and caffeine gel on intermittent sprint performance in recreationally trained males. **European Journal of Sport Science**, 2014.

CORNELIS, M. C. et al. Coffee, CYP1A2 Genotype, and Risk of Myocardial Infarction. **JAMA**, v. 295, n. 10, p. 1135, 2006.

CROWE, M. J.; LEICHT, A. S.; SPINKS, W. L. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 16, n. 5, p. 528–544, 2006.

CURETON, K. J. et al. Caffeinated sports drink: Ergogenic effects and possible mechanisms. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 2007.

DAVIS, J.; GREEN, J. Caffeine and anaerobic performance. **Sports Medicine**, 2009.

DE CASTRO, M. A. et al. **Manual de críticas de inquéritos alimentares**. São Paulo: USP, 2013.

DOHERTY, M. The effects of caffeine on the maximal accumulated oxygen deficit and short-term running performance. **International journal of sport nutrition**, v. 8, n. 2, p. 95–104, 1998.

DOHERTY, M. et al. Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, n. 7, p. 637–643, 2004.

DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: A meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 2005.

DOLAN, P. et al. Effect of Carbohydrate, Caffeine, and Carbohydrate + Caffeine Mouth Rinsing on Intermittent Running Performance in Collegiate Male Lacrosse Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2017.

DUNCAN, M. J. et al. The acute effect of a caffeine-containing energy drink on mood state, readiness to invest effort, and resistance exercise to failure. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2012.

DUNCAN, M. J. et al. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. **European Journal of Sport Science**, 2013.

DUVNJAK-ZAKNICH, D. M. et al. Effect of caffeine on reactive agility time when fresh and fatigued. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 8, p. 1523–1530, 2011.

E SILVA, A. C. et al. Escalas de Borg e OMNI na prescrição de exercício em cicloergômetro. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 2, p. 117–123, 2011.

EVANS, M. et al. Acute ingestion of caffeinated chewing gum improves repeated sprint performance of team sport athletes with low habitual caffeine consumption. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 2018.

FOLLADOR, L. et al. Physiological, Perceptual, and Affective Responses to Six High-Intensity Interval Training Protocols. **Perceptual and Motor Skills**, 2018.

FORBES, S. C. et al. Effect of Red Bull energy drink on repeated Wingate cycle performance and bench-press muscle endurance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 2007.

FOSKETT, A.; ALI, A.; GANT, N. Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 19, n. 4, p. 410–423, 2009.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 7, p. 1164–1168, 1998.

FOSTER, C. et al. A New Approach to Monitoring Exercise Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.

FRARY, C. D.; JOHNSON, R. K.; WANG, M. Q. Food sources and intakes of caffeine in the diets of persons in the United States. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 105, n. 1, p. 110–113, 2005.

FREDHOLM, B. B. et al. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. **Pharmacological reviews**, v. 51, n. 1, p. 83–133, 1999.

GANIO, M. S. et al. Caffeine lowers muscle pain during exercise in hot but not cool environments. **Physiology and Behavior**, 2011.

GIBALA, M. J. et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: Similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. **Journal of Physiology**, v. 575, n. 3, p. 901–911, 2006.

GLAISTER, M. et al. Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 10, p. 1835–1840, 2008.

GLAISTER, M. et al. Caffeine and sprinting performance: Dose responses and efficacy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2012.

GLIOTTONI, R. C.; MOTL, R. W. Effect of caffeine on leg-muscle pain during intense cycling exercise: Possible role of anxiety sensitivity. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 2008.

GOLDSTEIN, E. R. et al. International society of sports nutrition position stand: Caffeine and performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, 2010.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 31, n. 11, p. 785–807, 2001.

GRAHAM, T. E.; SPRIET, L. L. Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 78, n. 3, p. 867–74, 1995.

GREEN, J. M. et al. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. **International journal of sports physiology and performance**, 2007.

GREER, F.; MCLEAN, C.; GRAHAM, T. E. Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 85, n. 4, p. 1502–8, 1998.

GREER, F.; MORALES, J.; COLES, M. Wingate performance and surface EMG frequency variables are not affected by caffeine ingestion. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 31, n. 5, p. 597–603, 2006.

HADDAD, M. et al. Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. **Frontiers in Neuroscience**, 2017.

HART, S. et al. A method-comparison study regarding the validity and reliability of the Lactate Plus analyzer. **BMJ Open**, v. 3, n. 2, 2013.

HERNANDO, D. et al. Validation of heart rate monitor Polar RS800 for heart rate variability analysis during exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, 2016.

HEYWARD, V.; WAGNER, D. **Applied body composition assessment**. 2. ed. Leeds: Human Kinetics, 2004.

HOOD, M. S. et al. Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 10, p. 1849–1856, 2011.

KALOW, W.; TANG, B.-K. The use of caffeine for enzyme assays: A critical appraisal. **Clinical Pharmacology & Therapeutics**, v. 53, n. 5, p. 503–514, 1993.

KILLEN, L. G. et al. Effects of caffeine on session ratings of perceived exertion. **European Journal of Applied Physiology**, 2013.

KOT, M.; DANIEL, W. A. Caffeine as a marker substrate for testing cytochrome P450 activity in human and rat. **Pharmacological Reports**, v. 60, n. 6, p. 789–797, 2008.

LEE, C. L. et al. Caffeine's effect on intermittent sprint cycling performance with different rest intervals. **European Journal of Applied Physiology**, 2012.

LÉGER, L.; THIVIERGE, M. Heart Rate Monitors: Validity, Stability, and Functionality. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 16, n. 5, p. 143–151, 1988.

LELO, A. et al. Quantitative assessment of caffeine partial clearances in man. **British Journal of Clinical Pharmacology**, v. 22, n. 2, p. 183–186, 1986.

LITTLE, J. P. et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 111, n. 6, p. 1554–60, 2011.

MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **Journal of Physiology**, 2017.

MAHDAVI, R. et al. Effect of Acute Caffeine Supplementation on Anaerobic Power and Blood Lactate Levels in Female Athletes. **Journal of Caffeine Research**, v. 5, n. 2, p. 83–87, 2015.

MALACHIAS, M. et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3, p. 1–83, 2016.

MCLELLAN, T. M.; BELL, D. G. The impact of prior coffee consumption on the subsequent ergogenic effect of anhydrous caffeine. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 14, n. 6, p. 698–708, 2004.

MOHR, M.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 5, p. 1372–1379, 2011.

MOTL, R. W. et al. Effect of caffeine on leg muscle pain during cycling exercise among females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 2006.

MOTL, R. W.; O'CONNOR, P. J.; DISHMAN, R. K. Effect of caffeine on perceptions of leg muscle pain during moderate intensity cycling exercise. **Journal of Pain**, 2003.

MUMFORD, G. K. et al. Absorption rate of methylxanthines following capsules, cola and chocolate. **European Journal of Clinical Pharmacology**, v. 51, n. 3–4, p. 319–325, 1996.

NAWROT, P. et al. Effects of caffeine on human health. **Food Additives and Contaminants**, v. 20, n. 1, p. 1–30, 2003.

NEHLIG, A. Interindividual Differences in Caffeine Metabolism and Factors Driving Caffeine Consumption. **Pharmacological Reviews**, v. 70, n. 2, p. 384–411, 2018.

NOAKES, T. D.; ST. CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, E. V. From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, 2004.

O'CONNOR, P. J. et al. Dose-dependent effect of caffeine on reducing leg muscle pain during cycling exercise is unrelated to systolic blood pressure. **Pain**, 2004.

PATON, C. D.; HOPKINS, W. G.; VOLLEBREGT, L. Little effect of caffeine ingestion

on repeated sprints in team-sport athletes. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 33, n. 5, p. 822–825, 2001.

PHILIPPI, S. T. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. In: **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2001.

PRINS, P. J. et al. Energy Drinks Improve Five-Kilometer Running Performance in Recreational Endurance Runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2016.

RIBEIRO, B. G. et al. Caffeine Attenuates Decreases in Leg Power Without Increased Muscle Damage. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 8, p. 2354–2360, 2016.

RICHARDSON, D. L.; CLARKE, N. D. Effect of Coffee and Caffeine Ingestion on Resistance Exercise Performance. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 10, p. 2892–2900, 2016.

RIVERS, W. H. R.; WEBBER, H. N. The action of caffeine on the capacity for muscular work. **The Journal of Physiology**, v. 36, n. 1, p. 33–47, 1907.

ROBERTS, S. P. et al. Effects of carbohydrate and caffeine ingestion on performance during a rugby union simulation protocol. **Journal of Sports Sciences**, 2010.

ROBERTSON, R. J. et al. Validation of the Adult OMNI Scale of Perceived Exertion for Cycle Ergometer Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 1, p. 102–108, 2004.

ROCHA, A. C.; GUEDES JUNIOR, D. P. Avaliação física para treinamento personalizado, academias e esportes: uma abordagem didática, prática e atual. **São Paulo. Phorte**, 2013.

SACHSE, C. et al. Functional significance of a C→A polymorphism in intron I of the cytochrome P450 CYP1A2 gene tested with caffeine. **British Journal of Clinical Pharmacology**, v. 47, n. 4, p. 445–449, 1999.

SCHNEIKER, K. T. et al. Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 3, p. 578–585, 2006.

SIMMONDS, M. J.; MINAHAN, C. L.; SABAPATHY, S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 2, p. 287–295, 2010.

SOUZA-JUNIOR, T. P. DE et al. Cafeína e desempenho em atividade de endurance? **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 6, n. 3, p. 144–152, 2012.

SPRIET, L. L. Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine. **Sports Medicine**, 2014.

STORK, M. J.; GIBALA, M. J.; MARTIN GINIS, K. A. Psychological and Behavioral Responses to Interval and Continuous Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 2018.

STUART, G. R. et al. Multiple effects of caffeine on simulated high-intensity team-sport performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 11, p. 1998–2005, 2005.

TANG-LIU, D.; WILLIAMS, R.; RIEGELMAN, S. Disposition of caffeine and its metabolites in man. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, v. 224, n. 1, p. 180–185, 1983.

TARNOPOLSKY, M. A. Caffeine and Endurance Performance. **Sports Medicine: Evaluations of Research in Exercise Science and Sports Medicine**, v. 18, n. 2, p. 109–125, 1994.

THOMAS, J.; NELSON, J.; SILVERMAN, S. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2012.

TSCHAKERT, G.; HOFMANN, P. High-intensity intermittent exercise: Methodological and physiological aspects. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2013.

UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos. **NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação**, p. 161, 2011.

VOLLAARD, N. B. J.; METCALFE, R. S. Research into the Health Benefits of Sprint Interval Training Should Focus on Protocols with Fewer and Shorter Sprints. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2443–2451, 2017.

WELLINGTON, B. M.; LEVERITT, M. D.; KELLY, V. G. The Effect of Caffeine on Repeat High Intensity Effort performance in Rugby League Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. 1–19, 2016.

WILES, J. D. et al. The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 11, p. 1165–1171, 2006.

WOOLF, K.; BIDWELL, W. K.; CARLSON, A. G. Effect of caffeine as an ergogenic aid during anaerobic exercise performance in caffeine naive collegiate football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2009.

YANG, A.; PALMER, A. A.; DE WIT, H. Genetics of caffeine consumption and responses to caffeine. **Psychopharmacology**, v. 211, n. 3, p. 245–257, 2010.

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar deste estudo.

Nós, Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior e Prof. Mestrando Cleyton dos Santos de Oliveira pesquisadores da Universidade Federal do Paraná (UFPR), estamos convidando você, homem (maior de 18 anos), saudável e fisicamente ativo, habituado ao exercício de alta intensidade há pelo menos um ano, a participar do estudo intitulado: “EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA NO DESEMPENHO, RESPOSTAS PERCEPTIVAS E FISIOLÓGICAS EM DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE”. A sua participação nesta pesquisa é fundamental, pois é por meio dessa que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas.

- a) O objetivo desta pesquisa é investigar os efeitos da suplementação aguda de cafeína no desempenho, respostas perceptivas e fisiológicas em diferentes protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade em indivíduos treinados.
- b) Caso você aceite participar da pesquisa, será necessário o comparecimento em 9 visitas separadas por 7 dias, iniciando com o preenchimento dos questionários, mensuração da massa corporal e estatura, seguido dos procedimentos de familiarização e teste de esforço. O procedimento experimental será realizado durante dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade, após 4 horas de jejum irá realizar o consumo de cápsulas de 6 mg/kg de cafeína ou placebo, sendo analisado frequência cardíaca, pressão arterial, lactato, escalas perceptuais, assim como o desempenho nos testes.
- c) Para participar da pesquisa você deverá comparecer ao Laboratório de Fisiologia do Exercício, do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná em 9 dias distintos para realização de todos os procedimentos com questionários e testes. Cada encontro terá duração aproximada de 2 horas por dia, incluindo a ingestão da suplementação, aquecimento, atividade principal e volta à calma.
- d) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado: a dor muscular localizada, tontura e sensação de desmaio; bem como, agitação nervosismo, irritabilidade, ansiedade, aumento da pressão, aumento do volume urinário, relacionados a suplementação. Para evitar ou minimizar a ocorrência destes sintomas, as sessões de treinamento intervalado de alta intensidade serão prescritas com base nos resultados do seu teste de esforço. Assim como a pressão arterial e demais sintomas serão avaliadas e controladas constantemente durante o estudo.
- e) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: (1) contribuição social e pessoal para os avanços da ciência esportiva sobre o efeito da cafeína em três protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade; (2) contribuir com a prática dos profissionais de Educação Física e Nutricionistas, com o objetivo de orientação e prescrição, respectivamente; (2) relatório detalhado do desempenho, pressão arterial, glicemia, frequência cardíaca, estado nutricional e lactato, embora nem sempre você seja diretamente beneficiado por sua participação neste estudo.
- f) Os pesquisadores Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior e Mestrando Cleyton dos Santos de Oliveira serão responsáveis por este estudo poderão ser localizados no Departamento de Educação Física da UFPR (Rua Coração de Maria, nº 92, BR-116, km 99, Jardim Botânico, Curitiba; Telefone: (41) 3360-4322), durante o período da manhã (das 8 às 12 horas), para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que você queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo. **Pesquisador assistente:** Prof. Cleyton dos Santos de Oliveira (telefone: (41) 3016-4843 celular: (41) 99931-9909; e-mail: cleytoncso@hotmail.com). **Pesquisador responsável:** Prof. Tácito Pessoa de Souza Junior (telefone: (41) 99217-7879).

Rubricas:

Cleyton dos Santos de Oliveira (Pesquisador Assistente) _____

Tácito Pessoa de Souza Junior (Orientador) _____

Participante: _____

APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Continuação)

- g) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar de volta o termo de consentimento livre esclarecido assinado.
- h) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas pelo Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade**.
- i) O material obtido – anotações, fichas de cadastro, fichas de dados – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído dentro de 24 meses após o término do estudo.
- j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (suplementação, balança, fita métrica, questionários, transporte, etc.) não são da sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
- k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.
- l) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo e os tratamentos alternativos. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meu tratamento. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que qualquer problema relacionado ao tratamento será tratado sem custos para mim.

EU CONCORDO VOLUNTARIAMENTE em participar deste estudo.

Curitiba, _____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do participante

Prof. Cleyton dos Santos de Oliveira
Pesquisador assistente

Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior
Orientador da pesquisa

Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR
Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 |
Telefone: (41) 3360-7259 e-mail: cometica.saude@ufpr.br

APÊNDICE 2 – PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E USO DE SUPLEMENTOS E MEDICAMENTOS

PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E USO DE SUPLEMENTOS E MEDICAMENTOS

Nome:	
Email:	Tel:

Pratica Exercício Físico () Sim () Não
Modalidades:
Tempo de prática:
Dias por semana:
Horas por Dia:
Uso de Suplementos () Sim () Não
Tipo e marca:
Dose consumida:
Vitaminas: (A,C,E ou complexos vitamínicos)

Uso de Medicamentos () Sim () Não
Tipo e marca:
Doses consumida :

Declaração: Assumo a veracidade das informações prestadas acima

Assinatura:_____

Data:____/____/____

APÊNDICE 4 – LISTA DE PRODUTOS/ALIMENTOS/MEDICAMENTOS

LISTA DE PRODUTOS/ALIMENTOS/MEDICAMENTOS

Prezado participante, o consumo dos itens abaixo deve ser evitado em um período de no mínimo 48 horas anteriores ao comparecimento no laboratório para o dia da coleta. Tal medida é necessária para o controle do consumo de cafeína, presente em todos os itens abaixo, o que poderia prejudicar o resultado da pesquisa.

Café	Whey protein
Cafeína	BCAA
Chás	Matodextrina
Bebidas Energéticas	Termogênicos
Chocolate	Beta-alanina
Achocolatados	Omega 3/6
Vitamina C (balas, efervescentes)	Bicarbonato
Refrigerantes	Glutamina
Guaraná (pó, bebidas)	Analgésicos
Sucos Funcionais/Detox (Frutas,	Remédios para gripe
Legumes, Tuberculos, Folhas)	Anti-inflamatórios
Suplementos poli vitamínicos	Relaxantes musculares
Suplementos de beterraba	Antibióticos
Creatina	Suplementos Antioxidantes
Pré-treinos	

APÊNDICE 5 – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO

Nome:	Data:
-------	-------

Você conseguiu identificar qual suplementação utilizou? () Sim () Não

Se sim, qual suplementação você acha que utilizou? () Cafeína () Placebo

Por que? _____

Sentiu algum efeito colateral? () Sim () Não

Se sim, quais dos citados abaixo:

() Diurese

() Arritmia

() Dor de Cabeça

() Desconfortos Gastrointestinais

() Aumento da disposição/sensação de alerta

() Aumento da Ventilação

() Aumento da Frequência Cardíaca

() Outros _____

ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Efeito da suplementação com cafeína sobre o desempenho físico e o balanço redox em um protocolo de exercício físico intermitente de alta intensidade (HIIT)

Pesquisador: Tácito Pessoa de Souza Junior

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 58116816.4.0000.0102

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.675.143

Situação do Parecer:

Aprovado

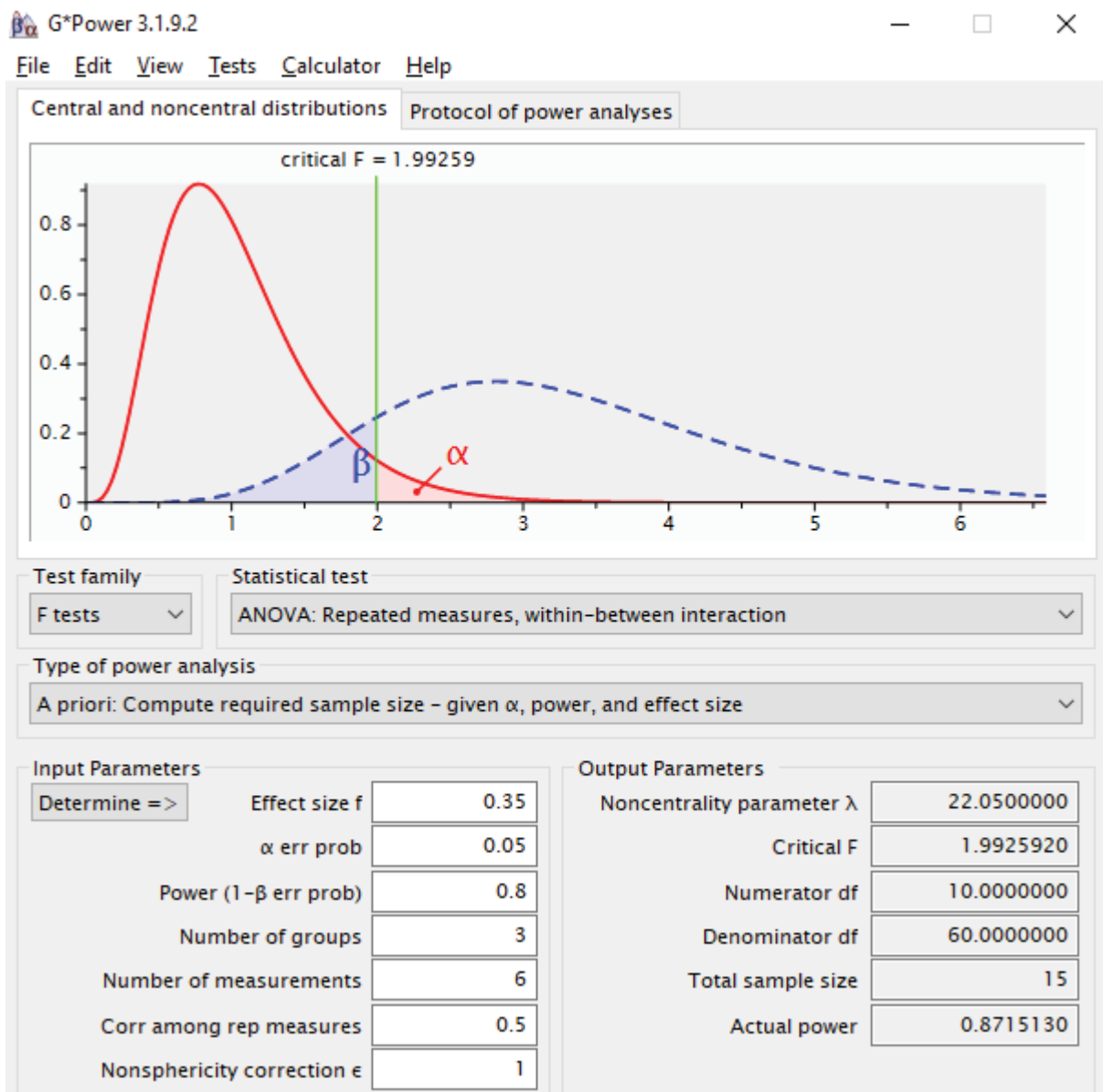
Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 25 de Maio de 2018

Assinado por:
IDA CRISTINA GUBERT
(Coordenador)

ANEXO 2 – CÁLCULO AMOSTRAL



ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA

PAR Q*

Physical Activity Readiness Questionnaire

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque mais de um sim, é aconselhável a realização da avaliação clínica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

Por favor, assinale “sim” ou “não” as seguintes perguntas:

1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?

☐ sim ☐ não

2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?

☐ sim ☐ não

3) Você sentiu dor no peito no último mês? ☐ sim ☐ não

4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?

☐ sim ☐ não

5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?

☐ sim ☐ não

6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?

☐ sim ☐ não

7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas?

☐ sim ☐ não

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

Quem indicou o uso de suplementos: _____

Você usa algum medicamento para ganho ou perda de peso?

Observações: _____

ANEXO 5 – LAUDO DE PUREZA DA CAFÉINA ANIDRA



Certificado de Análise

Produto: Caféina Anidra	P.M: 194,19
Fórmula Molecular: $C_8H_{10}N_4O_2$	Lote Interno: 29269
Lote Original: CA201609035	Data Val: 31/08/2020
Data Fab: 18/09/2016	Procedência: Brasil
Origem: China	DCB: 01642
Fabricante: Jilin Shulan	CAS: 58-08-2
Data de Emissão: 15/05/2017	

TESTES	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADOS
Aparência	Cristais ou pó cristalino branco a quase branco	De acordo
Solubilidade	Ligeiramente solúvel em água, livremente solúvel em água quente, pouco solúvel em etanol 96%. Dissolve-se em soluções concentradas de benzoatos ou salicilatos alcalinos	De acordo
Identificação	A- Ponto de Fusão – 234°C a 239°C B- IR – Conforme o padrão C- O precipitado dissolve D- Desenvolve uma coloração azul intensa E- Reação de Xantinas - Positiva	237,7°C De acordo De acordo De acordo De acordo
Perda por Secagem	Máximo 0,5%	0,06%
Aparência da Solução	Clara e incolor	De acordo
Acidez	< 0,2 mL de NaOH 0,01M	< 0,2mL
Substâncias Relacionadas	Impurezas não especificadas – Máximo 0,10% Impurezas totais – Máximo 0,1% Limite de desrespeito – Máximo 0,05%	< 0,10% < 0,1% < 0,05%
Sulfatos	Máximo 500 ppm	< 500ppm
Metais Pesados	Máximo 20 ppm	< 20ppm
Cinzas Sulfatadas	Máximo 0,1%	0,02%
Teor (Base Anidra)	98,5% - 101,5%	100,69%
Substâncias facilmente carbonizáveis ^{1,3}	Não mais intensa que solução Fluid D	De acordo
Outros Alcaloides ^{1,3}	Nenhum precipitado é formado	De acordo
Solventes Residuais ^{1,2}	Triclorometano – Máximo 60 ppm	Não detectado
Impurezas orgânicas ^{1,2}	Máximo 0,1%	Não detectado

Referência: BP2015 / Teste adicional do fabricante¹Metodologia: BP2015 / USP38² / Metodologia do Fabricante³

Conservação: Conservar em recipiente hermético protegido de umidade, ao abrigo de luz e calor.
Controle da Temperatura: 15 a 30°C. Controle da Umidade: Não mais que 70%.

Classificação: Farmacêutico

Conclusão: Todos os resultados estão dentro das especificações.

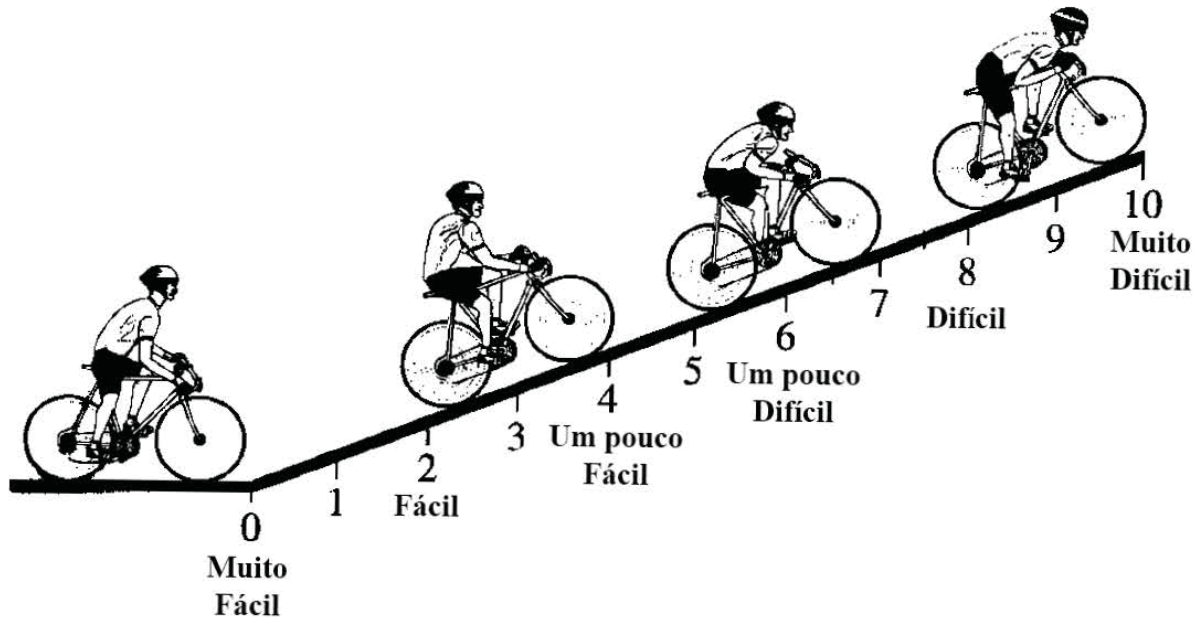
OBS.: Análise Interna

Certificado original se encontra à disposição de nossos clientes.

Resultado: (X) Aprovado

Dra. Amanda Dias Garrido
CRF – SP 62927
Farmacêutica Responsável Técnica

**ANEXO 6 – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO PARA
CICLOERGÔMETRO OMNI-CYCLE**



**ANEXO 7 – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO ADAPTADA
CR10**

0	Repouso
1	Muito, muito leve
2	Leve
3	Médio
4	Um pouco pesado
5	Pesado
6	
7	Muito Pesado
8	
9	
10	Máximo

ANEXO 8 – ESCALA DE INTENSIDADE DA DOR

0	Sem dor
½	Dor muito fraca (apenas notável)
1	Dor fraca
2	Dor um pouco moderada
3	Dor moderada
4	Dor um pouco forte
5	Dor forte
6	
7	Dor muito forte
8	
9	
10	Dor extremamente intensa (quase insuportável)
•	Dor insuportável